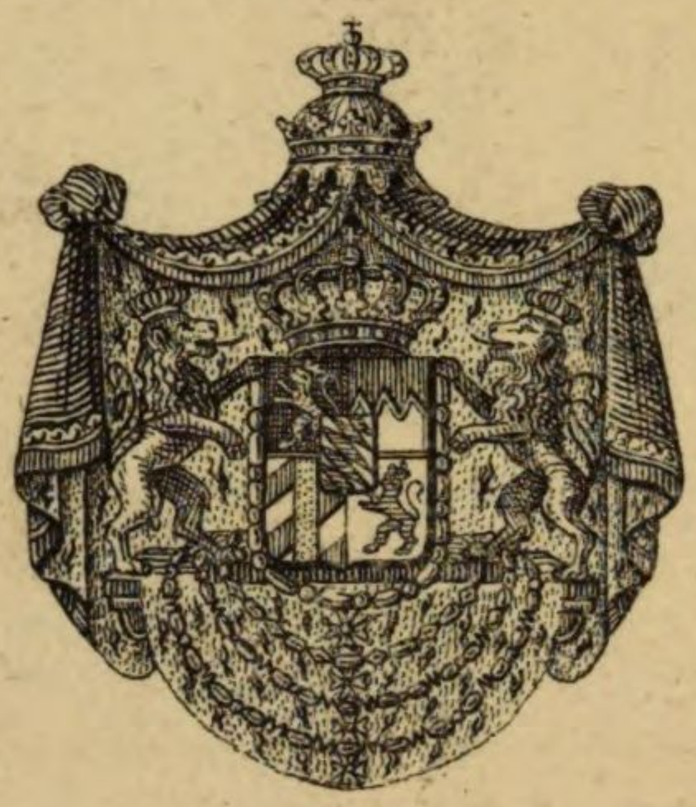
Anat. 457 t



BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

<366329310700017

<366329310700017

Bayer. Staatsbibliothek

Die Lehre

von dem

leiblichen Leben des Menschen

ein

anatomisch-physiologisches Handbuch

zum

Selbstunterricht für Gebildete.

Von

Dr. Alfred Wilhelm Volkmann,

außerordentlichem Professor der Zootomie in Leipzig.

Mit 8 lithographirten Abbildungen.

Leipzig 1837.

Verlag von Breitkopf und Härtel.

131. D.

Anat. 457 t

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

In einer Zeit, wo die Städte Deutschlands den Repräsentanten der Naturwissenschaft alljährlich wetteifernd die Thore öffnen, wo Hohe und Niedere den öffentlichen Versammlungen der Naturforscher zuströmen und die neu erworbenen Schätze mit Enthusiasmus begrüßen, in einer solchen Zeit muß man sich wundern, wie die Physiologie, beinah die wichtigste aller Naturwissenschaften, dem gebildeten Theile unsers Volkes fremd bleiben konnte. Die Kenntniß der Mineralien, der Pflanzen und der Thiere, selbst der unendlich entfernten Himmelskörper, beschränkt sich nicht mehr auf den kleinen Kreis gelehrter Forscher, sondern gebildete Männer aller Stände schließen sich jenen mit rühmlichem Eifer an; nur die Bekanntschaft mit dem Organismus des Menschen ist noch das Eigenthum einer Kaste. Es scheint also die Ansicht zu herrschen, daß die Anatomie und Physiologie jene Elemente entbehren, welche noch außerhalb des Kreises der Fachgelehrten von Interesse und Bedeutung sind. Und doch ist leicht nachzuweisen, daß die Lehre vom menschlichen Organismus vorzugsweise geeignet ist, die Ansprüche zu befriedigen, mit welchen ein gebildeter Geist das Studium der Natur aufnimmt. Der Mensch ist der Mikrokosmus; sein Leib ist nicht bloß menschlicher Leib, sondern Thierleib und Pflanzenleib, er ist Erde, Wasser und Luft zugleich, alle Erscheinungen der Welt im Großen kehren in ihm wieder, alle Gesetze,

welche die Natur regieren, finden in ihm ihre Anwendung. Die Naturlehre des Menschen bietet das im Ganzen, was jeder andre Zweig der Naturwissenschaft als abgerissenen Theil bietet. Wer also im Drange nach Universalität das Buch der Natur aufschlägt, der wird die Zeichen, welche das menschliche Leben schildern, vor allen zu betrachten haben.

Und doch ist es nicht bloß die Rücksicht auf allgemeine Geistesbildung, welche das Studium des menschlichen Körpers empfiehlt; der Philosoph, der Erzieher, der Richter und so viele Andre finden in ihrem Berufe unmittelbare Aufforderung, die Werkstätte der Seele zu erforschen; Alle aber, ohne Ausnahme, sind durch diätetisches Interesse veranlaßt, sich mit den Verhältnissen eines Körpers bekannt zu machen, mit dessen naturgemäßer Behandlung unser gesammtes Wohl und Wehe so innig zusammenhängt.

Also nicht in dem Wesen der Physiologie, sondern an Aeußerlichkeiten, vor Allem an dem Mangel geeigneter literarischer Hülfsmittel scheint es zu liegen, wenn dieser Zweig der Naturwissenschaft bisher eine unverdiente Vernachlässigung erfuhr.

Wir werfen uns nicht zu Kritikern der physiologischen Literatur auf, aber die beklagenswerthe Unbekanntschaft, selbst der gebildeten Klassen, mit den Verhältnissen unsers Körpers enthält den thatsächlichen Beweis, daß es noch an Werken fehle, welche geeignet wären, den Resultaten der Wissenschaft einen Eingang ins Leben zu verschaffen. So lange diese Aufgabe unerreicht bleibt, ist sie werth erstrebt zu werden, und auf die Gefahr hin, uns vergeblich zu mühen, wie Manche unserer Vorgänger, versuchen wir es, eine Wissenschaft dem gebildeten Publikum zu eröffnen, welche ihm früher oder später in ihren Hauptresultaten erschlossen werden muß und wird.

Indem wir den Bau und die Verrichtungen des menschlichen Körpers schildern, beabsichtigen wir, durchaus nur als Beobachter der Natur zu folgen. Wir bescheiden uns einer so tiefen Erkenntniß des Lebens, daß wir

im Stande wären, seine Erscheinungen aus einem Principe folgerecht abzuleiten, aber indem wir uns in den Grenzen der Erfahrung halten, werden wir auch keinem Systeme absichtlich in den Weg treten. Wir überliefern dem denkenden Leser ein Material von Erfahrungen, welches er zur Begründung und Durchführung eigner Ansichten nach Willkühr benutzen mag; unsre wesentliche Aufgabe setzen wir in die Wahl des Materials und in dessen Sichtung. Unter diesen Umständen bedarf unsre Darstellung nicht des rednerischen Schmuckes, und wir freuen uns dieses Vortheils, weil wir uns nicht die Fähigkeit zutraun, die Natur ihrer innern Schönheit entsprechend zu schildern; geflissentlich aber vermeiden wir jene Vornehmheit des Ausdrucks, welche mit philosophisch klingenden Phrasen den einfachen Thatbestand zustutzt und ungewöhnliche Worte für ungewöhnliche Gedanken ausgiebt.

Die Wahl des Stoffes war in einem Buche wie das vorliegende überaus schwierig und wird die Nachsicht der Leser vielfach in Anspruch nehmen. Sehr leicht irrt sich der Mann vom Fache über die Grenzen des allgemein Faßlichen und allgemein Interessanten, denn nur zu leicht beurtheilt er die Bedürfnisse des Publikums nach seinen eignen. Wie viel oder wie wenig Vorkenntnisse wir vorausgesetzt, wie weit oder wie eng wir die Grenzen unsrer Schilderung gezogen, wissen wir im Allgemeinen anders nicht anzudeuten, als daß wir die Gebildeten des deutschen Volks uns als Leser dachten. Ganz besonders erschwert wurde die Wahl des Stoffs durch die Nothwendigkeit, kurz zu sein. Nicht alle Erfahrungen, welche bei Streitfragen Berücksichtigung verdienten, konnten dem Leser vorgelegt werden, der Verfasser mußte sich entschließen, in gewissen Lehren dogmatisch aufzutreten, und wird dem menschlichen Lose des Irrens dabei nicht entgangen sein.

Es würde ein unbilliger Anspruch an dieses Buch sein, durch Lesung einzelner Abschnitte sich eine deutliche Ansicht von einzelnen Lebensverrichtungen bilden zu wollen. Wir müssen unsre Leser dringend bitten, der Darstellung Schritt vor Schritt zu folgen, da jede Lehre auf eine vorausge-

hende begründet ist. Wenn aber gewisse Abschnitte auch dann noch unklar bleiben, indem sie auf Grundsätzen fußen, welche erst in späteren Theilen des Handbuchs Erläuterung finden, so bemerken wir zu unsrer Entschuldigung, daß die Räder unsers Organismus im Kreise in einander greifen und keineswegs sich wie die einer Maschine verhalten, wo das erste Rad den Gang des zweiten, und der Gang des zweiten die Bewegung des dritten erläutert.

Wir haben schließlich noch der anatomischen Abbildungen zu gedenken, welche so zahlreich und so gut gezeichnet sind, daß sie das Verständniß des Textes wesentlich fördern werden. Wir bitten, die dem Buche angehängte Erklärung der Figuren besonders zu berücksichtigen. Da wir nämlich von dem Texte des Buches alle Beschreibungen entfernt halten wollten, welche die Darstellung schleppend zu machen drohten, so haben wir viele berücksichtigungswerthe Notizen in jene Erklärungen verwiesen.

A. W. Volkmann.

Inhaltsverzeichniss.

Allgemeiner Theil.

Von dem Baue und den Lebensthätigkeiten der organischen Körper überhaupt.

Erstes Buch.

Von der Beschaffenheit der organischen und namentlich des menschlichen Körpers überhaupt.

Erster Abschnitt.

Von den chemischen Elementen.

Elemente des menschlichen Körpers. §. 2. Eigenthümlichkeiten organischer Mischung. §. 3—7. Nähere Bestandtheile unsers Körpers. Fett, Osmazom, Faserstoff, Schleim, Eiweiß, Leim, Milchsäure. §. 8—15. S. 1.

Zweiter Abschnitt.

Von den Formelementen.

Unterschiede organischer und unorganischer Form. §. 16. Intussuseception und Juxtaposition. §. 17. Zweck der organischen Form. §. 18. Kleinste Theilchen und Eintheilung der Gewebe. §. 19. Horngewebe. §. 20. Zahngewebe. §. 21. Zellgewebe. §. 22. Allgemeine Gefäßhaut. §. 23. Nervengewebe. §. 24. Knorpelgewebe. §. 25. Knochengewebe. §. 26. Sehnengewebe. §. 27. Elastisches Gewebe. §. 28. Gewebe der serösen Säcke. §. 29. Muskelgewebe. §. 30. Gewebe der Lederhaut. §. 31. Gewebe der Schleimhaut. §. 32. Gewebe der Drüsen. §. 33. Erektiles Gewebe. §. 34. ..... S. 8.

Dritter Abschnitt.

Von den Organen.

Erklärung und Eintheilung. §. 35. ..... S. 24.

Vierter Abschnitt.

Verbindung der Organe, welche den menschlichen Körper zusammensetzen.

Gedrängte anatomische Schilderung des menschlichen Baues. §. 36. S. 26.

Fünfter Abschnitt.

Unterschied des Menschen vom Thiere.

Anatomische Verschiedenheit. §. 37. Geistige Verschiedenheit. §. 38. Das Menschengeschlecht ist nicht durch Fortbildung der Thiere entstanden. §. 39. ..... S. 29.

Sechster Abschnitt.

Unterschiede der Menschen unter einander.

Geschlechtsverschiedenheit. §. 40. Altersverschiedenheit. §. 41. Säuglingsalter. §. 42. Kindheit. §. 43. Jugend. §. 44. Reifes Alter. §. 45. Greisenalter. §. 46. Rassenverschiedenheit. §. 47. ..... S. 32.

Zweites Buch.

Von den Lebensverrichtungen im Allgemeinen.

Erster Abschnitt.

Wirkungen physikalischer Kräfte im Organismus.

Thierische Wärme von der äußern Temperatur unabhängig. §. 48. Quelle der thierischen Wärme. §. 49. Vorkommen freier Elektricität. §. 50. Leuchten der Thiere. §. 51. Endosmose. §. 52. ..... S. 43.

Zweiter Abschnitt.

Von der Reizbarkeit.

Gesetze der Reizbarkeit. §. 53. Veränderungen im gereizten Organismus. §. 54. Die Reizbarkeit ist mit Erscheinungen verbunden, welche in der unorganischen Natur nicht vorkommen. §. 55. Specifische Reize. §. 56. Aktives und passives Moment der Reizbarkeit. §. 57. ..... S. 50.

Dritter Abschnitt.

Grade des Lebens.

Keimleben. §. 58. Pflanzenleben. §. 59. Thierleben. §. 60. Uebergänge der verschiedenen Lebensstufen in einander. §. 61. Verschiedene Entwikkelungsstufen für denselben Organismus. §. 62. Rückfall in der Entwickelung. §. 63. ..... S. 56.

Vierter Abschnitt.

Von einigen besondern Lebenszuständen.

Schlaf. §. 64. Schlafwandeln. §. 65. Krankheit. §. 66. Scheintod. §. 67. S. 61.

Fünfter Abschnitt.

Vom Tode.

Ursache des Sterbens. §. 68. Lebensdauer. §. 69. Erscheinung des Sterbens. §. 70. ..... S. 67.

Sechster Abschnitt.

Definition des Lebens.

Verhältniß von Ursache und Wirkung in den organischen Körpern; deren Fähigkeit, Wirkungen zu beginnen; Charakter der Zweckmäßigkeit in den Lebensthätigkeiten. §. 71. Unbestimmte Grenzen zwischen organischer und unorganischer Natur. §. 72—73. Ursachen des Lebens, hypothetisch. §. 74. ..... S. 69.

Besonderer Theil.

Von dem Baue und den Lebensthätigkeiten des menschlichen Körpers im Besondern.

Drittes Buch.

Die Lehre vom thierischen Leben.

Erster Abschnitt.

Anatomie der Knochen.

Allgemeines. §. 76. Arten der Gelenke. §. 77. Bänder. §. 78. Rückgrat und Wirbel. §. 79—80. Kreuzbein. §. 81. Brusthöhle. §. 82. Becken. §. 83. Schädel- und Gesichtsknochen. §. 84. Knochen der Schulter und des Arms. §. 85. Untere Gliedmaßen. §. 86. ..... S. 77.

Zweiter Abschnitt.

Anatomie des Nervensystems.

Wichtigkeit des Verlaufs der Fasern. §. 88—89. Anastomosen. §. 90. Nervengeflechte. §. 91. Nervenenden. §. 92. Ganglien. §. 93. Nerven des thierischen und pflanzlichen Lebens. §. 94. Abtheilungen des Gehirns. §. 95. Verlängertes Mark und kleines Gehirn. §. 96. Hirnknoten. §. 97. Organe des großen Gehirns. §. 98—102. Windungen des Gehirns. §. 103. Rückenmark. §. 104. Hüllen des Gehirns und Rückenmarks. §. 105. Allgemeines über die Nerven. §. 106. Die zwölf Hirnnerven. §. 107—118. Doppelte Wurzeln der Nerven des Rückgrats. §. 119. Halsnerven. §. 120. Rückennerven. §. 121. Das Armgeflecht. §. 122. Lenden- und Kreuzbeingeflecht. §. 123. Gangliensystem oder sympathischer Nerv. §. 124. ..... S. 92.

Dritter Abschnitt.

Verrichtungen des Nervensystems.

Hauptpunkte der Nervenlehre. §. 125. Das Gehirn der Sitz der Leidenschaften. §. 126. Das Gehirn der Sitz der Seele. §. 127—129. Hypothetische Seelenorgane, Lehre Gall's. §. 130. Antheil des Rückenmarks an Seelenthätigkeiten zweifelhaft. §. 131. Selbstständige Thätigkeit des Rückenmarks und der Nerven. §. 132—133. Empfindungs- und Bewegungsnerven. §. 134—135. Eigenthümlichkeiten des Gangliensystems. §. 136. Nutzen der Nervenknoten. §. 137—138. Einfluß der Nerven auf die Verrichtungen des pflanzlichen Lebens. §. 139. Gesetze der Nervenleitung. §. 140—141. Sympathieen und Reflexwirkungen des Rükkenmarks. §. 142. Nervenprincip und galvanisches Fluidum nicht gleichartig. §. 143. ..... S. 106.

Vierter Abschnitt.

Von der Sinnenthätigkeit im Allgemeinen.

Subjektiver Charakter der Sinnesempfindungen. §. 144. Allgemeingefühl. §. 145. Specifische Sinnesempfindungen. §. 146. Uebung der Sinne. §. 147. ..... S. 122.

Fünfter Abschnitt.

Vom Baue und von den Verrichtungen der Tastorgane.

Anatomisches. §. 148. Feinheit des Gefühls. §. 149. Empfindung der Wärme. §. 150. Wahrnehmung der Größe. §. 151. Wahrnehmung der Schwere; Wichtigkeit des Getastes. §. 152. ..... S. 128.

Sechster Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Gesichtsorgans.

Häute des Auges. §. 153. Brechende Mittel. §. 154. Augenmuskeln. §. 155. Schutzorgane. §. 156. Thränenorgane. §. 157. Grundbedingungen des Sehens. §. 158. Bestimmung der Netzhaut. §. 159—160. Funktion der Gefäßhaut. §. 161. Funktion der Iris. §. 162. Nutzen der Augenlider. §. 163. Funktion der Augenmuskeln. §. 164. Aufrechtsehen. §. 165. Stelle, wo am schärfsten gesehen wird. §. 166. Einfachsehen mit zwei Augen. §. 167. Doppeltsehen. §. 168. Einrichtungsvermögen des Auges. §. 169. Wahrnehmen der Richtung. §. 170. Wahrnehmen der Größe. §. 171. Wahrnehmen der Entfernung. §. 172. Subjektive Gesichtserscheinungen. §. 173—174. ..... S. 131.

Siebenter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Gehörorgans.

Aeußeres Ohr, Paukenhöhle, Gehörknöchelchen. §. 175. Labyrinth. §. 176. Weiche Theile des Gehörorgans. §. 177. Hörnerv. §. 178. Grundbedingung des Hörens. §. 177. Funktion des Trommelfells. §. 180. Funktion der Eustachischen Trompete. §. 181. Hören durch die Knochen. §. 182. Die Beziehungen alles Hörbaren. §. 183. Richtung des Schalls. §. 185. ..... S. 146.

Achter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Geschmackorgans.

Anatomisches. §. 186—187. Grundbedingung des Schmeckens. §. 188. Grenzen des Geschmackorgans. §. 189. Liebhabereien des Geschmacks. §. 190. Funktion der Zungennerven. §. 192. Ursache des Geschmacks. §. 193. ..... S. 152.

Neunter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Geruchorgans.

Anatomisches. §. 194—196. Aeußere Bedingungen des Riechens. §. 197. Organische Bedingungen des Riechens. §. 198. Ausbildung des Geruchs. §. 199. Funktion der Nerven der Nase. §. 200. ..... S. 155.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Seelenleben.

Einleitung und Definition. §. 201—202. Bewußtlose Seele. §. 203. Verhältniß der Seele zur Lebenskraft. §. 204. Verhältniß der Seele zur organischen Materie; materialistische Ansicht. §. 205. Unabhängigkeit der Seele vom Organismus; spiritualistische Ansicht. §. 206. S. 159.

Elfter Abschnitt.

Von der Anordnung der Muskeln.

Allgemein Anatomisches. §. 207—208. Gesichtsmuskeln. §. 209. Kopf- und Nacken-M. §. 210. Rücken-M. §. 211. Athem-M. §. 212. Bauch-M. §. 213. Schulter-M. §. 214. Muskeln des Arms. §. 215—216. M. der Hand und der Finger. §. 217—218. M. der Schenkel. §. 219—221. M. des Fußes und der Zehen. §. 222—223. ..... S. 167.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Muskelbewegung.

Kontraktilität. §. 224. Willkührliche und unwillkührliche Muskeln. §. 225. Nerveneinfluß. §. 226. Muskelreiz. §. 227. Muskelkraft. §. 228. Organischer Grund der Muskelkraft. §. 229. Nutzen der Sehnen. §. 230. Verhältniß der Muskeln zu den Knochen. §. 231. Antagonisten. §. 232. Anwendung der Gesetze des Hebels. §. 233. Hinwegsetzen der Muskeln über mehrere Gelenke. §. 234. Beschreibung der Thätigkeiten, welche beim Gehen nöthig sind. §. 235—236. Mittel zur Beschleunigung des Ganges. §. 237. Bedingung großer Schritte. §. 238. Unterschied des Laufens vom Gehen. §. 239. Das schwebende Bein macht Pendelschwingungen, indem es nicht durch Muskelkraft, sondern durch die Schwere bewegt wird. §. 240—241. ..... S. 174.

Viertes Buch.

Die Lehre vom pflanzlichen Leben.

Einleitung. §. 242. ..... S. 186.

Erster Abschnitt.

Von den Verdauungsorganen.

Von den Zähnen. §. 243. Von der Mundhöhle. §. 244. Speicheldrüsen. §. 245. Allgemeine Verhältnisse des Nahrungskanals. §. 246. Schlund. §. 247. Magen. §. 248. Zwölffingerdarm. §. 249. Bauchspeicheldrüse. §. 250. Leerdarm und Krummdarm. §. 251. Dickdarm. §. 252. Mastdarm. §. 253. Das Bauchfell, Gekröse, Netze. §. 254. S. 188.

Zweiter Abschnitt.

Von den Nahrungsmitteln und der Verdauung derselben.

Nahrungsbedürfniß §. 255. Von den Nahrungsmitteln §. 256—259. Kauen und Einspeicheln §. 260. Schlucken §. 261. Bewegungen des Magens §. 262. Magensaft §. 263—266. Einfluß der Galle auf die Verdauung §. 267. Einfluß der Drüsen §. 268—269. Verdauung im Blinddarm §. 270. Koth §. 271. Resultate der Verdauung §. 272—273. Einfluß der Nerven auf das Verdauungsgeschäft §. 274—275. S. 195.

Dritter Abschnitt.

Von dem Baue der Saugadern.

Allgemeine Verhältnisse §. 276—277. Bau der Lymphdrüsen §. 278. Milchbrustgang §. 279. Lage der Lymphdrüsen §. 280. ..... S. 208.

Vierter Abschnitt.

Von der Auffaugung und von dem Uebergang der Lymphe in das Blut.

Beweis der Auffaugung §. 281. Ursache des Auffaugens §. 282. Lymphe §. 283. Chylus §. 284. Doppelter Zweck der Auffaugung §. 285. Assimilation der Lymphe §. 286—287. Kraft der Auffaugung §. 288. Auffaugung durch die Venen §. 289—290. Unterschied der Auffaugung in den Venen und Lymphgefäßen §. 291—292. Einfluß des Luftdrucks auf Resorption §. 293. ..... S. 211.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Baue der Blutgefäße.

Arterien und Venen §. 294. Haargefäßnetze §. 295—296. Großer und kleiner Kreislauf §. 297. Bau der Arterien §. 298. Bau der Venen §. 299—300. Anastomose §. 301. Wandungen der Haargefäße §. 302. Dicke der Haargefäße §. 303. Bau des Herzens §. 304—310. Verlauf der einzelnen Arterien §. 311—317. Verlauf der einzelnen Venen §. 318—322. Pfortadersystem §. 323. ..... S. 218.

Sechster Abschnitt.

Vom Kreislaufe des Blutes.

Beschreibung des Kreislaufes und Beweise für denselben §. 324. Ununterbrochner Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen §. 325. Zusammenziehungen des Herzens §. 326. Kraft des Herzschlages §. 327. Hemmung des Blutlaufes durch die Adhäsionskraft der Gefäßwände §. 328—329. Gründe, welche zu beweisen scheinen, daß die Blutbewegung noch von anderen Kräften als von der Muskelkraft des Herzens abhänge §. 330. Beweise, daß die Kraft des Herzens hinreicht, das Blut durch den ganzen Körper zu treiben §. 331—333. Modifikation des Kreislaufs durch die Arterien §. 334—335. Einfluß der Haargefäße auf die Blutbewegung §. 336. Einfluß der Venen auf die Blutbewegung §. 337. Das Blut hat keine eigenthümliche Bewegung §. 338. Saugende Kraft des Herzens §. 339. Einfluß des Athmens auf Blutbewegung §. 340. Ursache des Pulses §. 341. Verhalten der Schlagadern beim Pulse §. 342. Verschiedenheiten des Pulses §. 343—344. Schnelligkeit der Blutbewegung §. 345—346. Einfluß des Nervensystems auf die Blutbewegung §. 347—349. ..... S. 229.

Siebenter Abschnitt.

Vom Blute und dessen Antheil an der Ernährung.

Physikalische Eigenschaften des Blutes §. 350—351. Gerinnen des Blutes §. 352. Faserstoff §. 353. Blutwasser §. 354. Blutroth §. 355. Zufällige Bestandtheile des Blutes §. 356. Elemente desselben §. 357. Blutbildung §. 358. Abhängigkeit der Organe vom Blute §. 359. Eigenthümlichkeit des hellrothen Blutes §. 360. Stoffwechsel im Blute §. 361—362. Aushauchung §. 363. Auffaugung oder Resorption §. 364. Allgemeine Verhältnisse der Ernährung §. 365—367. Assimilation §. 368. Wachsthum durch Intussusception §. 369. Wachsthum der gefäßlosen Theile §. 370. Ernährung der flüssigen Theile §. 371. Reproduktion §. 372. ..... S. 247.

Achter Abschnitt.

Von den Athmungswerkzeugen und den Organen der Stimme.

Eintheilung der Athmungswerkzeuge §. 374. Kehlkopf §. 375. Stimmritze §. 376. Muskeln derselben §. 377. Luftröhre §. 378—379. Lunge §. 380. Lungengefäße §. 381. ..... S. 258.

Neunter Abschnitt.

Die Lehre vom Athmen.

Athmungsbedürfniß §. 382. Luft §. 383. Mechanismus des Athmens §. 384. Veränderung der Luft beim Athmen §. 385. Ausgeathmete Wasserdünste §. 386. Menge der geathmeten Luft §. 387. Veränderung des Blutes durch das Athmen §. 388. Theorie der Blutverwandlung §. 389—392. Veränderung des Blutes bei der Ernährung §. 393. Ursache der Blutfarbe §. 394. Einfluß der Nerven auf das Athmen §. 395—396. S. 262.

Zehnter Abschnitt.

Von der menschlichen Stimme.

Grundbedingungen der Stimme §. 397. Mögliche Theorieen der Stimmbildung §. 398. Versuche über die Stimme §. 399—400. Das Stimmorgan ist ein Blasinstrument mit membranösen Zungen §. 401. Klang der Stimme §. 402. Sprache §. 403. ..... S. 273.

Elfter Abschnitt.

Von den Absonderungen im Allgemeinen.

Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe §. 404. Sekretion und Exkretion §. 405. Hergang der Absonderung §. 406—407. Absonderungsstoffe im Blute §. 408. Stellvertretende Absonderungen §. 409. Nerveneinfluß §. 410. Funktion der Ausführungsgänge §. 411. ..... S. 280.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Haut und der Hautausdünstung.

Anatomisches §. 412. Menge der Ausdünstung §. 413—414. Schweiß §. 415. Ausdünstung von Gasen §. 416. Wichtigkeit der Ausdünstung §. 417. .... S. 283.

Dreizehnter Abschnitt.

Von den Nieren und der Harnabsonderung.

Anatomisches §. 418. Harn §. 419. Bestandtheile des Harns im Blute §. 420. Bestimmung der Nieren §. 421. Geheime Harnwege §. 422. Konsensus der Nieren und der Haut §. 423. Nerveneinfluß auf Harnabsonderung §. 424. .... S. 286.

Vierzehnter Abschnitt.

Von der Leber, der Milz und von den Verrichtungen derselben.

Von dem Baue der Leber §. 426. Von der Galle und deren Absonderung §. 427—428. Von der Milz §. 429. ..... S. 291.

Funfzehnter Abschnitt.

Von der Zeugung im Allgemeinen.

Anfang der Zeugung §. 430. Generatio aequivoca §. 431. Aeußere Bedingungen derselben §. 432. Einschachtelungstheorie oder Annahme präformirter Keime §. 433. Annahme einer Lebensmaterie, welche im Zeugungsakte nur Umbildungen erfahre §. 434. Zeugung, als Wiederholung ursprünglicher Schöpfung §. 435. Verschiedene Arten der Zeugung §. 436. ..... S. 294.

Sechzehnter Abschnitt.

Anatomische Beschreibung der Geschlechtstheile.

Weibliche Geschlechtsorgane §. 437—439. Männliche Geschlechtsorgane §. 440. ..... S. 298.

Siebzehnter Abschnitt.

Von den Verrichtungen der Geschlechtsorgane.

I. Vorbereitende Verrichtungen. Monatliche Reinigung §. 441. Vom Samen und dessen Absonderung §. 442. ..... S. 302.

II. Befruchtung und Empfängniß. Beischlaf §. 443. Befruchtung des Eies §. 444. Antheil der Geschlechter am Zeugungsakte §. 445. Bestimmung des Geschlechtes §. 446. ..... S. 304.

III. Schwangerschaft. Veränderung in der Gebärmutter §. 447. Allgemeine Folgen der Schwangerschaft §. 448. Einwirkung der Mutter auf die Frucht §. 449. Das Ei und seine Häute §. 450—451. Mutterkuchen §. 452. Nabelbläschen §. 453. Allantois §. 454. Nabelstrang §. 455. ..... S. 307.

IV. Vom Embryo. Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Ei §. 456. Allmälige Entwickelung der menschlichen Frucht §. 457—458. Verschiedene Bildungsstufen derselben mit thierischen Formen verglichen §. 459. Eigenthümliche Lebensverhältnisse der Frucht §. 460..... S. 311.

V. Geburt. Zeit derselben §. 461. Bedingungen §. 462. Wehen §. 463. Kräfte der Geburt §. 464. Hergang der Geburt §. 465. Wochenfluß §. 466. Milch und Milchabsonderung §. 467. Das Neugeborne §. 468. ..... S. 317.

Erstes Buch.

Von der Beschaffenheit des Körpers im Allgemeinen.

§. 1. Zur gründlichen Erkenntniß eines jeden Körpers ist es nothwendig, ihn mit andern zu vergleichen, denn unser Geist ist jener Schärfe der Betrachtung kaum fähig, welche im Stande wäre, ohne das Hülfsmittel des Kontrastes, die oft leise angedeuteten Eigenthümlichkeiten eines Gegenstandes in ihrem ganzen Umfange zu erfassen. Wie wir das Licht erst im Gegensatz zum Schatten erkennen, so erkennen wir den organischen Körper erst in seinem Widerspiel zum unorganischen. Wir können, um die Natur unsers Organismus verstehen zu lernen, den mühsamen Vergleich der lebenden Körper mit den leblosen nicht umgehen, und müssen in dieser Beziehung die beiden Seiten, welche die Materie uns bietet, Mischung und Form, in Erwägung ziehen. Aber unser Körper unterscheidet sich nicht blos als organischer von dem unorganischen, sondern unter den Organismen selbst wieder zeichnet er sich durch Eigenthümlichkeiten aus, welche die Physiologie zu erörtern hat. Wir werden in diesem Buche den Menschen mit leblosen und lebenden Körpern vergleichen, und die Parallelen zu ziehen versuchen, welche seine Stellung in der Körperwelt zur Anschauung bringen.

Erster Abschnitt.

Von den chemischen Elementen.

§. 2. Bei den großen und vielen Eigenthümlichkeiten organischer Körper sollte man erwarten, daß sie irgend einen Stoff vor der todten Natur voraus hätten, gleichwohl findet sich von einem besondern Lebensstoff nichts, und die Bestandtheile, welche den menschlichen Körper zusammensetzen, sind

keine andern, als die, welche auch in unbelebten Körpern sich nachweisen lassen. Der Unterschied zwischen beiden scheint vielmehr darin zu bestehen, daß unter dem Einfluß des Lebens die Elemente sich in andern Verhältnissen und nach anderen Gesetzen verbinden, als ohne dessen Mitwirkung.

Nicht alle in der Natur vorkommenden Substanzen sind für organische Körper tauglich. Von den 55 bis jetzt bekannten Elementen sind im menschlichen Körper 15 wieder gefunden worden, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Chlor, Fluor, Eisen, Mangan, und die metallinischen Grundlagen verschiedener Alkalien und Erden: calium, calcium, magnesium, natronium und siliceum. Von diesen Elementen bilden die 4 ersten die Hauptmasse unsers Körpers, die meisten übrigen sind nur in geringerer Menge vorhanden, und fehlen in vielen Organen ganz.

§. 3. Das Eigenthümliche der organischen Mischung besteht nun darin, daß mehrere Elemente, und zwar mindestens 3, sich gleichzeitig verbinden, während in der unbelebten Natur stets nur 2 Substanzen in unmittelbare Verbindung kommen, selbst wenn jede dieser Substanzen ursprünglich aus 2 Elementen zusammengesetzt sein sollte. Zum Beispiel Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff treten in der unbelebten Natur so zusammen, daß der 1te und 2te Kohlensäure, der 3te und 4te Ammoniak bilden, und erst wenn dies geschehen, können beide sich nochmals verbinden und kohlensaures Ammoniak bilden. In unorganischen Körpern finden wir also nähere und entferntere Bestandtheile, so oft mehr als 2 Elemente in ihre Mischung eingehen. Im Bereich des Organischen verhält sich dies anders; indem nähere und entferntere Bestandtheile, in dem hier aufgestellten Sinne, nicht vorkommen. Dieselben 4 Elemente, welche das kohlensaure Ammoniak zusammensetzen, brauchen im thierischen Organismus nicht erst Kohlensäure und Ammoniak zu bilden, sondern es verbindet sich jedes Element unmittelbar mit jedem.

Die binären Verbindungen also, d. h. diejenigen, wo je 2 Substanzen zusammen treten, sind den organischen Körpern fremd. Daher kann man dieselben auch nicht in binäre Bestandtheile zerlegen, z. B. Eiweiß (obschon aus Kohlenstoff,

Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff gebildet) nicht in Kohlensäure und Ammoniak; sondern, wenn die Bestandtheile organischer Körper sich scheiden, zerfallen sie in ihre Grundstoffe unmittelbar. Unorganische Körper dagegen zerfallen, bei eintretender Zersetzung, stets in die nähern Bestandtheile, ein Beweis, daß diese bereits fertig in ihnen enthalten waren.

§. 4. Eine zweite Eigenthümlichkeit der organischen Mischung beruht auf den Proportionen, in welchen die Elemente sich vereinigen. In den unorganischen Körpern nämlich verbinden sich die Elemente nur in wenigen, unveränderlichen Proportionen, diese Proportionen lassen sich immer durch sehr kleine Zahlen ausdrücken, und diese Zahlen wieder liegen (mit wenigen Ausnahmen) in gleichen Intervallen auseinander. Ein Element a also kann sich mit einem Elemente b so verbinden, daß 1 Portion a sich verbindet mit 1, 2, 3, 4 Portionen b; oder 2 Portionen a verbinden sich mit 1, 2, 3, 4 Portionen b. Treten die Stoffe, welche aus solchen Zusammensetzungen hervorgehen, nochmals zusammen, so geschieht die Vereinigung wiederum in solchen einfachen Proportionen, und auch hier ist die Zahl der Verbindungsstufen eine sehr beschränkte, indem selten mehr als 4 vorkommen.

In den lebenden Körpern dagegen scheinen sich die Elemente in ganz unbestimmten Proportionen verbinden zu können, zudem finden sich der quantitativ verschiedenen Compositionen unzählige.

§. 5. Elemente, die unter dem Einflusse so besonderer Gesetze sich verbanden, mußten nothwendig Stoffe ganz eigner Art hervorbringen. Der Chemiker, welcher nur mit den Kräften der todten Natur operiret, ist nicht im Stande einen thierischen oder vegetabilischen Stoff zu erzeugen, denn nur die Lebenskraft vermag die Neigung zu binären Verbindungen zu überwinden und die Elemente in allseitiger Verkettung zu vereinigen. Aber unerwarteter ist der Umstand, daß die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der organischen Materie fast unabhängig von den Elementen scheinen, aus welchen sie bestehen. Wenn im Bereich des Unorganischen Schwefel sich mit Sauerstoff verbindet, so ist es nicht gleichgültig in welcher Porportion dies geschieht, vielmehr zeigen die verschiedenen Verbindungsstufen verschiedene Eigenschaften, und mit einer stärkeren Oxygenation entsteht eine stärkere

Säure. Dagegen enthält Zucker mehr Sauerstoff als Essig, und Ameisensäure enthält wieder mehr als Zucker. So entzieht sich der Organismus in seinen chemischen Operationen dem Zwange der Elemente, und zum ersten Mal stoßen wir auf jenen eigenthümlichsten Charakter des Lebens, auf ein freies, von den Naturgesetzen, im beschränkteren Sinne des Wortes, unabhängiges Wirken.

§. 6. Keine Eigenthümlichkeit der organischen Mischung ist von so durchgreifender Wichtigkeit für die ganze Physiologie, als der unaufhörliche Stoffwechsel belebter Körper. Wo der Einfluß des Lebensprincips fehlt, behält ein Körper die mit seinem Entstehen begründete Mischung, oder verändert er sie unter bestimmten Einflüssen, so giebt er seine Natur auf und wird ein Körper neuer Art. In den Mischungsveränderungen des Erdballs sucht jedes Element das verwandte, um zur Ruhe zu kommen, und die Epoche der großen Revolutionen ist vorüber, weil die Elemente das Gesuchte schon größtentheils gefunden haben. Wahrscheinlich würden sogar die chemischen Umwandlungen der todten Massen mit gänzlicher Ruhe enden, wenn nicht durch äußere Einwirkungen universaler Kräfte, wie der Wärme, des Lichts, und wir dürfen sagen des Lebens selbst, das Gleichgewicht gestört und Anlaß zu neuen Veränderungen gegeben würde. Ganz anders verhält es sich im Organismus. In unaufhörlichem Stoffwechsel mit der äußeren Natur, stößt er Theile aus, um andere aufzunehmen. Von einem Bestreben nach Ruhe der Elemente ist keine Spur vorhanden, vielmehr scheinen die wichtigsten Systeme des vegetativen Lebens: die ersten Wege, Kreislauf, Lungen und die aussondernden Organe, wie Leber, Nieren und andere Drüsen, in keiner andern Absicht erschaffen zu sein, als um die Ruhe der Elemente zu verhindern und ewig Neues zuzuführen, wie ewig Altes zu entfernen. In diesem Wechsel bleibt der Organismus sich wesentlich gleich, und obschon materiell heute ein anderer als gestern, ist er seinem Wesen nach demungeachtet derselbe.

§. 7. Mit dem Erlöschen der Lebenskraft hören die Eigenthümlichkeiten der organischen Mischung früher oder später auf. Gewisse Produkte der lebenden Körper, wie Gummi und Zucker, ja selbst gewisse Organe, wie Haare und Federn, erhalten unter-

günstigen Umständen ihre Mischung sehr lange. Die meisten Theile lebender Körper entmischen sich dagegen nach dem Tode sehr schnell. Elemente, welche nur durch die Kraft des Lebens so wunderbar verbunden werden, müssen sich trennen, um nach den Gesetzen der todten Natur neue Verbindungen einzugehen. So entsteht Fäulniß, und mit diesem Zersetzungsproceß giebt der Organismus das letzte Zeichen seiner Eigenthümlichkeit. Denn bekannt ist es, daß nur organische Körper der Fäulniß unterliegen, und bei der Schwierigkeit das Organische vom Unorganischen zu unterscheiden, muß dieser Umstand der Beachtung werth erscheinen.

§. 8. Aus den Verbindungen der Elemente entstehen sehr verschiedenartige Stoffe, welche mehr oder weniger innig mit dem Ganzen des Organismus zusammenhängen. Man hat diese Stoffe nähere Bestandtheile des Körpers genannt, in einem andern Sinne natürlich, als im Bereich des Unorganischen von nähern Bestandtheilen die Rede war.

Ein Theil dieser Stoffe kommt ganz in derselben Mischung auch in der unbelebten Natur vor, wie das Wasser, der phosphorsaure Kalk, das Kochsalz und manche andere mineralische Substanzen. Solche Stoffe müssen wir als Fremdlinge im lebenden Körper betrachten, wenn sie so, wie sie uns erscheinen, fertig in ihm vorkommen. Indeß gerade dies ist ungewiß. Denn mögen auch ohne Zuthun des Chemikers in vertrocknenden thierischen Säften gewisse Salze von selbst zum Vorschein kommen, so ist doch das Vertrocknen selbst ein chemischer Proceß, durch dessen Einwirkung ein Salz gebildet werden konnte, dessen Elemente zur Zeit des Lebens in organischen Verbindungen standen.

Unter den nähern Bestandtheilen des menschlichen Körpers finden sich andererseits sehr viele, welche auch nach dem Tode die Kennzeichen organischer Mischung an sich tragen. Diese Stoffe können bequem in 2 Klassen getheilt werden. Die eine umfaßt Substanzen, welche besondern Organen angehören, und durch deren Vermittlung gewisse ausgezeichnete Lebenthätigkeiten zu Stande kommen, wie Blut, Fleisch, Nervenmasse. Die zweite begreift Materien, welche nicht sowohl die besonderen Grundlagen einzelner Organe, als vielmehr beiläufige Bestandtheile der verschiedenartigsten sind; Materien, welche bei den Funktionen

des Körpers zwar betheiligt sein mögen, nicht aber einzelne Lebensfunktionen allein bedingen.

Nur die letzte Klasse von Substanzen wird hier in der Kürze betrachtet werden. Dergleichen sind: Fett, Osmazom, Faserstoff, Schleim, Eiweiß, Leim und Milchsäure. Ob diese Substanzen mit den Nerven, Muskeln, Eingeweiden u. s. w. chemisch verbunden oder ob sie ihnen nur beigemengt sind, ist nicht erwiesen, doch scheint die Mehrzahl der Physiologen sich für die letzte Ansicht entschieden zu haben. Vielleicht kommen beide Verbindungsarten vor, und wenn gewisse Erscheinungen für bloße Vermengung zu sprechen scheinen, so sind andererseits Fett, Leim und Eiweiß mit manchen Organen so innig verbunden, und alle Versuche eine mechanische Trennung zu bewerkstelligen sind so vergeblich, daß die Annahme einer chemischen Verbindung unstreitig näher liegt.

§. 9. Das Fett, ist eine leichte Substanz, welche in Wasser und Weingeist unauflöslich ist, und mit Alkalien fast immer sich zu Seife verbindet. Bei geringer Wärme schmilzt es. In den meisten Fettarten fehlt der Stickstoff, in welcher Hinsicht sie den Pflanzenstoffen näher treten. Das Fett kommt theils gebunden vor, in welchem Falle es sich nur auf chemischem Wege darstellen läßt, theils frei, wo mechanische Mittel zur Trennung hinreichen. In der letzten Form findet es sich im Zellgewebe vieler Theile, namentlich unter der Haut, in den Netzen und an den Därmen. Es macht die Knochen geschmeidiger, bildet an vielen Stellen eine Decke, welche edle Organe vor Frost und Verletzung schützt, dient hin und wieder als Polster, als wie am Fußblatt, und vervollständigt die Körperform durch Ausfüllung der Lücken zwischen den Muskeln. Uebrigens ist es ein Nahrungsstoff, auf dessen Unkosten die edlern Theile leben, wenn Mangel oder Krankheit die regelmäßige Ernährung behindern.

§. 10. Osmazom ist eine Substanz, welche nur im gebundenen Zustande vorkommt. Sie ist es, welche der Fleischbrühe ihren eigenthümlichen Geruch und Geschmack giebt. Berzelius hält das Osmazom für ein künstliches Produkt, bedingt durch unsere Methode es darzustellen. Es löst sich in Wasser und Weingeist auf und ist schmelzbar.

§. 11. Faserstoff, ist eine weiche, weiße, faserige Sub-

stanz, weder in Wasser noch in Weingeist auflöslich. Er findet sich besonders in den Muskeln und im Blute. In letzterem bewirkt er die Erscheinung des Gerinnens, und man kann ihn durch Quirlen und Schütteln daraus ausscheiden. Bei entzündlichen Krankheiten scheint er auch im lebenden Körper sich vom Blute zu sondern, und neue Gebilde zu veranlassen. Dieser Stoff ist es namentlich, der bei Wunden die Verbindung der Wundflächen vermittelt, und der in entzündlichen Krankheiten Verwachsung gewisser Eingeweide mit benachbarten Organen zu Stande bringt.

§. 12. Schleim, eine Flüssigkeit von bekannter Consistenz, welche weder in Alkohol noch Wasser auflöslich ist, obschon sie von letzterem einen Theil auffaugt und in Folge davon dünner erscheint. Wahrscheinlich gehört der Schleim gar nicht zu den nähern Bestandtheilen des Körpers, sondern zu den Auswurfsstoffen. Er findet sich in Höhlen, die mit Schleimhäuten ausgekleidet sind.

§. 13. Eiweiß, kommt flüssig und geronnen vor. In flüssiger Form ist es dem Eiweiß der Eier ähnlich. Unter Einwirkung der Hitze, der Säuern, des Weingeistes, der galvanischen Säule gerinnt es zu einer dichten, weißen Masse. Die meisten Flüssigkeiten des Körpers enthalten Eiweiß. In fester Form macht es einen Hauptbestandtheil der Nervenmasse aus. Alkalien lösen es auf.

§. 14. Leim. Sehr leicht in kochendem Wasser auflöslich, mit dessen Hülfe er auch den thierischen Theilen entzogen wird. Sehnen werden in kochendem Wasser fast ganz in Leim verwandelt, auch Knorpel, Knochen und Zellgewebe enthalten ihn in Menge. Beim Erkalten bildet der aufgelöste Leim Gallert, und letztere ist nichts als Leim mit gebundenem Wasser. Der Umstand, daß Sehnen sich fast ganz in Leim verwandeln lassen, macht wahrscheinlich, daß dieser Stoff nur ein künstliches Produkt ist. Was die frühern Physiologen vom Leim angegeben haben, daß er das Bindemittel der einzelnen festen Theilchen abgebe, ist daher nicht blos hypothetisch, sondern unwahrscheinlich.

§. 15. Milchsäure, eine farblose Flüssigkeit, von sauerm Geschmack, welche mit Alkalien, Erden und Metalloxyden Salze bildet. Solche Salze finden sich in mehreren flüssigen und festen Bestandtheilen des Körpers, immer mit Osmazom vermischt.

Zweiter Abschnitt.

Von den Formelementen.

§. 16. Formelemente nennen wir die kleinsten auf mechanischem Wege darstellbaren Theilchen, welche durch den gesetzlichen Charakter ihrer Gestalt beweisen, daß sie durch die Schöpfungskraft des Organismus selbst, nicht aber durch die Hand des Zergliederers ins Dasein treten. Die Formelemente verbinden sich unter dem Einfluß des Lebens nach eigenthümlichen Gesetzen, und es ist zum physiologischen Verständniß des menschlichen Körpers von Wichtigkeit, die Unterschiede organischer und unorganischer Bildung im Allgemeinen sich deutlich zu machen.

Jeder Naturkörper verdankt ursprünglich seine Form einem Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den festen. Treten nicht Störungen ein, so entstehen regelmäßige und bestimmte Formen, welche im Bereich des Unorganischen von chemischen Einflüssen abhängen. So wie die Mischung die Gestaltung bedingt, so läßt sich umgekehrt aus der Gestalt auf die Mischung schließen. Nach diesen Gesetzen bilden sich die Krystalle, die einzigen regelmäßigen Körper in der leblosen Natur. Die Krystallisation gleicher Mischungen kommt immer auf gleiche Weise zu Stande, und sehr selten krystallisiren Elemente verschiedener Art zu gleichen Formen. Die organische Masse aber entzieht sich mehr oder weniger dem Zwange des Chemismus. Denn einerseits entwickelt sich dieselbe Substanz der Knochen und Muskeln in zahllosen Gestalten, andererseits verändert sich die Mischung, wie bei Verknöcherung von Sehnen und Knorpeln, ganz unbeschadet der Form.

Die Krystallisation kann nur unter Umständen zu Stande kommen, welche von außen her leicht Störungen erleiden. Namentlich verlangt sie einen Grad von Ruhe, welcher nur selten geboten wird. Daher kommt die Menge der Krystalle im Vergleich zur Masse ganz regelloser Gestaltungen wenig in Betracht, und selbst wo Krystallisation zu Stande gekommen ist, erscheint die regelmäßige Bildung nur in den einzelnen Säulen, Spitzen und Würfeln, während das Ganze der Krystallmasse einer gesetzlichen Form durchaus entbehrt. Ganz anders bildet die lebende Natur. Sie gebietet über Kräfte, welche den äußeren Störungen

widerstehen, und namentlich bedarf sie jener höchsten Ruhe zur Durchbildung ihrer Formen nicht. Daher ist im Gebiete des Organischen die Zahl der regelmäßigen Bildungen die überwiegende, selbst die Mißbildungen zeigen noch eine bewundernswürdige Gesetzlichkeit, und die völlig planlosen Formen finden sich fast blos unter den Auswurfsstoffen, Materien, welche der Organismus vielleicht eben als unbildsame von sich stößt. Wenn übrigens ein gesetzlicher Charakter im Bereich des Unorganischen mehr in den einzelnen Theilen als in dem Ganzen sich ausspricht, so verhält es sich im Organismus umgekehrt. Das einzelne Organ weicht von seinem Typus leichter ab, als der ganze Organismus von dem seinigen, und so finden wir selbst bei krüpelhaften Organismen doch meistens den allgemeinen Typus der Formation ganz unverkennbar ausgeprägt. Mißgeburten, bei welchen einzelne Glieder ihre gesetzlichen Formen erhalten haben, der allgemeine Typus des Organismus dagegen verloren gegangen ist, sind äußerst selten.

Betrachten wir die leblose Natur, so finden wir das Gesetzliche der Form namentlich in der Symmetrie der Theile. Die gegenüberliegenden Seiten, Winkel und Spitzen entsprechen sich auf das genauste, uud die analogen Seiten vereinigen sich in verschiedenen Krystallstücken unter gleichgroßen Winkeln. Auch in den organischen Körpern zeigt sich eine gewisse Symmetrie, allein sie bewegt sich in einem freiern Spielraum, und schwerlich läßt sich die Gestalt irgend eines lebenden Körpers mathematisch bestimmen. Die Gesetzlichkeit ihrer Formation spricht sich dagegen auf eine Weise aus, welche in der leblosen Natur kaum entfernt angedeutet ist, nämlich in der nothwendigen Nachbarschaft von Theilen, die in Bezug auf Mischung und Form sehr wesentlich differiren. Den anatomischen Beschreibungen bleibt es vorbehalten diese Gesetzlichkeit im Einzelnen nachzuweisen, nur erläuterungsweise sei bemerkt, daß die Sehnen sich an die Knochen ansetzen und daß die Centralorgane des Nervensystems nicht nur die Nachbarschaft der Knochen bedingen, sondern regelmäßig gewisse Höhlen derselben ausfüllen.

§. 17. Wenn Stoffe der leblosen Natur zu einem Körper zusammentreten, so setzen sich deren Theilchen um einen mittlern Kern von außen her an. Der Körper wächst daher allmälig, indem jeder innere Theil früher entsteht als der nächst-

folgende äußere. Hiermit übereinstimmend ist das Gefüge der Krystalle, welche aus lauter einzelnen Schichten bestehen, deren kleinere in die größern eingeschachtelt sind. In organischen Körpern dagegen entstehen äußere und innere Theile oft gleichzeitig, und gewöhnlich geschieht das Wachsthum gar nicht durch Absatz von Stoffen an einer bereits fertigen Oberfläche, sondern vermittelst einer Durchdringung der Materie in allen Punkten. Diese Art des Wachsthums hat man Intussusception genannt, das Anschießen von Stoffen an der Außenseite Juxtaposition.

§. 18. Will man den Unterschied organischer und unorganischer Bildung im Allgemeinen auffassen, so muß man die letzten Zwecke der Construction berücksichtigen. In den unorganischen Körpern erscheint die Form als Selbstzweck, oder wenn Form ohne Zwecke außer sich selbst ein Unding ist, so liegen die Zwecke der unorganischen Formen im Hintergrunde einer Weltordnung, deren Kausalverhältnisse unserer Berechnung entzogen sind. Hiermit soll angedeutet werden, daß in der Hauptsache es gleichgültig ist, ob eine unorganische Substanz ihre naturgemäße krystallinische Form annimmt oder nicht; ihre wesentlichsten Kräfte äußern sich in beiden Fällen auf gleiche Weise, und nur für die Stellung der Substanz in einem unbekannten Universum mag Form oder Nichtform von Bedeutung sein. In der organischen Welt dagegen ist die Körperform weder Selbstzweck, noch findet ihr Zweck erst in dem unbekannten Plane des Universums seine Lösung. Vielmehr liegt zwischen organischer Gestaltung und ihren makrokosmischen Zwecken noch ein Etwas in der Mitte, und dieses Etwas ist das Leben. Der Zweck des Organismus ist Verwirklichung des Lebens. Nirgends wirkt Leben ohne Organismen, und mit Veränderung der Organismen verändert sich das Leben selbst. Freilich verfallen wir mit dieser Ansicht in einen Zirkel, indem wir einmal den Organismus durch das Leben bilden lassen, und dann wieder die Ursache des Lebens im Organismus selbst suchen. Indeß werden wir auf ein solches Wirken im Kreise noch oft stoßen, wir werden im lebenden Körper überall die Ursache einer Wirkung bedingt finden durch die Wirkung selbst, und so werden wir jenes Wirken im Kreise faktisch bestehen lassen müssen, auch wenn der Verstand geneigt sein sollte es als ein irrationales Verhältniß zu verwerfen.

§. 19. Die Elementartheilchen des menschlichen Körpers sind vielfältig untersucht und beschrieben worden, allein die Beschreibungen stimmen nicht immer überein. Wo ein Anatom Fasern erblickte, sah ein andrer Kügelchen, und ein dritter construirte den ganzen Körper aus Kanälchen oder einem schwammartigen Zellgewebe. Der Grund so verschiedener Angaben liegt theils in der Mangelhaftigkeit unsrer optischen Instrumente, theils in der Schwierigkeit, beim Zergliedern so feiner Theilchen die natürlichen Formen zu schonen. Sei übrigens der Grund der Differenzen welcher er wolle, das Schwankende in den Angaben verringert deren Brauchbarkeit. Für die Physiologie entspringt ein wesentlicher Gewinn erst mit der Betrachtnng der Gewebe, d. h. derjenigen organischen Gebilde, deren constitnirende Theilchen nicht mehr im Einzelnen von uns unterschieden werden, indem wir nur ihren anatomischen Gesammtcharakter auffassen. Diese Gewebe nämlich sind es, von welchen die eigenthümlichen Funktionen der verschiedenen Organe auszugehen scheinen. Mag dies immer nur Schein sein, und mögen vielmehr die Elementartheilchen die wahren und letzten Quellen der Lebensverrichtungen abgeben, so behalten demungeachtet die Theile die größte Wichtigkeit, bis zu welchen wir bei Untersuchung der Funktionen mit Sicherheit zurückgehen können.

Bichat, welcher in die Lehre von den Geweben einen neuen Umschwung gebracht hat, unterscheidet 22 Arten derselben. Indeß hat er unstreitig zu viel getheilt. Die meisten Anatomen nehmen weniger Arten an, ohne jedoch sich über die Zahl vereinigen zu können. E. H. Weber, dem wir folgen wollen, zählt 15 Gewebe, die er in 3 Klassen zusammenstellt.

1. Klasse. Einfache Gewebe sind solche, welche weder mit andern Geweben sich zu complicirteren Theilen vereinigen, noch auch in die Theile, welche sie bilden, Gefäße und Nerven aufnehmen. Sie besitzen außer der Mischung keine von den Eigenthümlichkeiten organischer Substanzen. Auch würden sie aller organischen Verbindung mit dem übrigen Körper ermangeln, wenn sie nicht an gefäß- und nervenreiche Theile grenzten, durch welche sie Nahrungsstoffe zugeführt bekämen. In diese erste Klasse gehören Horn- und Zahngewebe.

2. Klasse. Zusammensetzende Gewebe sind solche,

welche in die Substanz aller Körpertheile (mit Ausnahme der einfachen Gewebe) eindringen, und deren jedes einzelne, wenn alle übrigen Gewebe entfernt werden könnten, den Körper mit allen seinen Organen formell darstellen würde. In diese Klasse gehören 1) Zellgewebe, 2) Gefäßgewebe *), 3) Nervengewebe. Da diese Gewebe alle Theile durchdringen, so durchdringen sie sich auch gegenseitig, und wie jeder Nerv mit Gefäßen versehen ist, so finden sich andrerseits in jedem Gefäße Nerven. Natürlich muß diese gegenseitige Durchdringung irgend wo aufhören, nur scheint die Verflechtung sich ziemlich bis zu den Elementartheilchen selbst verfolgen zu lassen.

3. Klasse. Zusammengesetzte Gewebe. Sie entstehen aus der Verbindung der vorstehenden Gewebe, unter Zutritt verschiedener Elemente, wie des phosphorsauern Kalkes im Knochengewebe u. s. w. Man kann die Gewebe dieser Klasse noch einmal trennen, je nachdem sichtbare Nerven und blutführende Gefäße entweder fehlen, oder vorhanden sind. Die erste Ordnung, welche die einfachen Gebilde umfaßt, enthält das Knorpelgewebe, das Knochengewebe, das Sehnengewebe, das elastische Gewebe, das Gewebe der serösen Säcke, die zweite Ordnung enthält die zusammengesetztern Gebilde, mit deutlich wahrnehmbaren Nerven und Adern, 1) das Muskelgewebe, 2) das Gewebe der Lederhaut, 3) das Gewebe der Schleimhaut, 4) das Drüsengewebe, 5) das erectile (der Anschwellung fähige) Gewebe.

Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Gewebe wird sich auf Mittheilung des Wichtigsten beschränken, auch übergehen wir, um Wiederholungen zu vermeiden, die Darstellungen ganz, welche in spätern Abschnitten nicht fehlen dürfen.

§. 20. Horngewebe. Dahin gehören Oberhaut, Nägel und Haare, bei den Thieren Hörner, Klauen, Federn, Schuppen, Schildkrot u. s. w. Die Gebilde des Horngewebes treten nur an der Oberfläche der Organe auf. Sie schützen diese vermöge einer gewissen Undurchdringlichkeit vor der schädlichen Einwirkung der Nässe und Luft, und erhalten, als schlechte Wärmeleiter, dem Körper seine eigenthümliche Temperatur. Das

*) Mit dem Worte Gefäß bezeichnen die Anatomen saftführende Kanäle.

Horngewebe ist fest und elastisch, es enthält viel ölige Substanzen, aber kein Zellgewebe, daher es beim Kochen keinen Leim giebt und schwer fault. Es zeigt keine Lebensthätigeit und sein Wachsthum geschieht nicht in seinem Innern, sondern an der Grenze, wo es mit andern Geweben im Berührung kommt. Eine Lage dieses Gewebes überzieht den ganzen Körper als Oberhaut (epidermis, cuticula) und geht durch Mund, Nase, After und Geschlechtsöffnungen in die Höhlen und Kanäle über, welche, den Einwirkungen fremdartiger Körper ausgesetzt, ebenfalls eines schützenden Ueberzugs bedurften. Dieser hornige Ueberzug der innern Theile ist weicher und feuchter als die Oberhaut, nicht ölig wie diese, sondern schleimig, und wird epithelium genannt. Die Oberhaut besteht aus dünnen Schichten, welche nach innen weicher sind, nach außen aber trockner, und welche sich abschuppen. Mit der eigentlichen Haut hängt die epidermis vermittelst einer schleimigen Masse zusammen, welche eine Absonderung jener, zugleich aber der Stoff ist, durch dessen Abtrocknung die Oberhaut gebildet wird. Früher hielt man diesen Stoff für eine besondere Haut und nannte ihn Schleimnetz (rete Malpighi). Bei dem Neger ist jener schleimige Stoff schwarz und vertrocknet zu einer dunkeln Oberhaut. Die Poren der Haut sind die Ausführungsgänge kleiner Drüsen, welche fettige Substanzen absondern. Es scheint, als ob die Oberhaut jeden Ausführungsgang vollkommen auskleide, daher man ihre Oeffnungen nicht als Löcher, sondern als Vertiefungen betrachten muß. Ob die Oberhaut anderweitig durchlöchert ist, scheint zweifelhaft. Nach Verletzungen mit Substanzverlust wird die Oberhaut schnell wieder erzeugt, wenn die Oberfläche der Lederhaut verschont bleibt.

Die Nägel müssen als härtere Stellen der Oberhaut betrachtet werden, denn sie verhalten sich in allen wesentlichen Punkten wie diese, und werden namentlich auch von der Haut erzeugt. Die Hornbildung geschieht nur an der Wurzel des Nagels, daher das Wachsthum desselben in einem Schieben nach vorn besteht.

Die Haare sind solide Faden aus Hornsubstanz, der Oberhaut nah verwandt, nicht aber Fortsetzungen der Oberhaut. Vielmehr entsteht das Haar aus einer kleinen Zwiebel, welche in der Lederhaut liegt und wahrscheinlich von dieser Gefäße und Nerven

empfängt. Man hat Grund zu glauben, daß die Haarsubstanz nur in der Zwiebel abgesondert wird, daß sie sich immer an dem Wurzel=Ende des Haars ansetzt, und daß durch diesen Ansatz das Haar nach außen geschoben wird. Dem Vorausgeschickten zu Folge könnte man Haare, Nägel, Hörner u. s. w. für ausgeschiedene todte Stoffe halten, wenn nicht Verkürzung dieser Theile an ihrem Ende das Wachsthum in ihrer Wurzel beförderte. Ueber den Grund der Haarfarbe weiß man nichts zuverlässiges. Am nächsten läge es, an eine Absonderung von Färbestoff, wie in der Haut, zu denken, wenn nicht die Haare mancher Thiere abwechselnd schwarze und weiße, scharf begrenzte Stellen zeigten. Sehr räthselhaft ist auch der plötzliche Wechsel der Haarfarbe nach großen Gemüthsbewegungen. Man kann Haare nicht nur von einer Stelle des Körpers auf eine andere, sondern selbst von einem Thiere auf ein andres verpflanzen, ohne das Wachsthum zu unterdrücken. Bei diesem pflanzenartigen Verhalten ließe es sich wohl denken, daß Haare auch nach dem Tode eines Menschen noch wüchsen. Doch ist, erfahrungsmäßig betrachtet, ein solches Wachsthum unwahrscheinlich.

§. 21. Zahngewebe. Man muß die innere Masse des Zahnes (unpassend Knochensubstanz genannt) von der äußern oder dem Schmelze unterscheiden. Die Knochensubstanz der Zähne unterscheidet sich von andern Knochen durch Härte und Dichtigkeit, ferner durch Abwesenheit von Knochenmark, Gefäßen und Nerven. Indeß findet sich im Zahnbein allerdings $\frac{1}{3}$ thierische Substanz, und wenn das Zahngewebe als ein einfaches aufgeführt wird, so rührt dies daher, daß man jenen thierischen Stoff nicht für ein Gewebe und namentlich nicht für Zellgewebe hält. Der Schmelz ist viel härter als das Zahnbein, und besitzt höchst wenig, vielleicht gar keine thierische Substanz. Er überzieht nur die Krone, nicht die Wurzeln des Zahns. Durch Kauen nutzt er sich ab, und nie werden verloren gegangene Theile ersetzt.

In der Krone des Zahnes findet sich eine Höhle, welche einen weichen Keim einschließt. Zu diesem Keime dringen, durch Kanäle der Zahnwurzeln, Gefäße und Nerven, mit den Wänden der Höhle aber steht der Keim außer aller Verbindung. Er ist der kleine Ueberrest eines größern Keimes, von welchem die Bildung des Zahnbeins ausging. Vor dem Entstehen der Zähne liegt

dieser Keim in einer Zahnhöhle rings von einem häutigen Säckchen umgeben. (S. Tab. I. Fig. 5. 3.) An der Seite, welche dem Munde zugewendet ist, sondert er Knochensubstanz ab, zuerst die Kaufläche, dann eine zweite, der Wurzel nähere Schicht, und so fort. Das Zahnsäckchen sondert eine weiße Substanz ab, welche die fertig gewordene Krone überzieht und an ihr zum Schmelze erhärtet. Ist die Krone fertig gebildet, so hört die Absonderung des Zahnkeims noch nicht auf, vielmehr fügen sich an die innere Seite des Zahns immer neue Knochentheilchen. So entsteht die Wurzel, für welche gleichzeitig mit der Krone nicht Platz in der Zahnhöhle ist. Durch Wachsthum der Wurzel wird die Krone in den Mund geschoben, nachdem sie zuerst das Zahnsäckchen und dann das Zahnfleisch durchbrochen hat. Hieraus erhellt, daß sich die Lebenseigenschaften des Zahns auf seinen Keim beschränken.

§. 22. Zellgewebe. Dieses besteht aus einer weichen, ziemlich schleimigen Substanz, welche, mittelst Fäden und Blättchen, Maschen und Zellen bildet. Die Gegenwart solcher Zellen wird namentlich durch die Fettbildung bewiesen, indem jedes Fettkügelchen von einer zarten Blase umgeben ist. Diese Blasen beruhen auf keiner Täuschung, denn flüssiges Fett fließt aus dem Zellgewebe nur bei Zerreißungen aus, und selbst bei starkem Drucke wird das halb flüssige Fett eines lebenden Körpers nicht aus seiner Stelle gedrückt. Indeß ist der zellige Bau nicht überall gleich deutlich, und vielleicht besteht das Gewebe hin und wieder wirklich aus formloser Masse. Das Zellgewebe kommt frei und verhüllt vor. Im erstern Zustande füllt es Lücken zwischen Organen aus, und umzieht sie ganz, wie z. B. die Muskeln, wodurch Reibung der bewegten Theile verhütet wird. Das verhüllte Zellgewebe zieht sich bis durch die kleinsten Theile vieler Organe, wie die Knochen zeigen, wenn man durch Säuren die erdigen Theile fortschafft. Doch ist die Annahme der ältern Physiologen, daß alle Organe eben nur aus Zellgeweben bestehen, gewiß unrichtig. An vielen Stellen geht das freie Zellgewebe in das verhüllte sichtlich über. Das Zellgewebe ist von Feuchtigkeiten erfüllt, aus welchen die kleinsten Theile der Organe ihre Nahrungsstoffe aufsaugen mögen. Wenn sich die Feuchtigkeit übermäßig anhäuft, so entsteht Wassersucht des Zellgewebes. Im gesunden Menschen ist das Zellgewebe unempfindlich, doch

kann es in Krankheit schmerzhaft werden. Unentschieden ist es, ob ihm eigenthümliche Bewegungen zukommen, in die Augen fallende auf keinen Fall. Nach Substanzverlust wird das Zellgewebe leicht regenerirt, und Wunden mancher Theile schließen sich nur durch Erzeugung von Zellgewebe.

§. 23. Allgemeine Gefäßhaut. So verschieden auch die Kanäle oder Gefäße sind, welche Säfte durch den menschlichen Körper leiten, so haben doch alle nach innen einen äußerst glatten, schwer durchdringlichen, häutigen Ueberzug. Weder Fasern, noch Kügelchen, noch Poren sind in dieser Haut mit Sicherheit nachgewiesen. Gleichwohl hat man Grund die Gegenwart von Poren zu vermuthen, denn es ist ausgemacht, daß die in den Gefäßen enthaltenen Säfte, und namentlich das Blut, gewisse Theilchen an die benachbarten Organe abgeben. Diese Theilchen müssen also durch die Gefäßwände hindurchdringen. Genaue Untersuchungen der allgemeinen Gefäßhaut sind in vielem Bezuge deshalb unmöglich, weil sie mit den äußeren Gefäßwänden auf das innigste zusammenhängt und nicht wohl getrennt betrachtet werden kann. Daher weiß man nur wenig über ihre Eigenthümlichkeiten in den verschiedenen Gefäßen, doch zeigt sie sich z. B. ausdehnbarer in den Blutadern und Lymphgefäßen, als in den Schlagadern, indem letztere bei Ausdehnung leichter reißen.

§. 24. Gewebe der Nervensubstanz. Da man weiß, daß Empfindung nur durch die Nerven vermittelt wird, so darf man in allen Theilen, welche gesund oder krank Empfindung zeigen, Nerven annehmen, selbst wenn sie für das Auge nicht darstellbar wären. Die Nervensubstanz ist weich, breiartig, an gewissen Theilen weiß, an andern rothgrau. Die weiße oder Marksubstanz besteht aus Fasern, welche im Gehirn ungefähr $\frac{1}{5000}$ Zoll, in den Nerven aber $\frac{1}{1500}$ Zoll messen (Tab. II. Fig. 10). Die weiße Substanz ist im Gehirn die überwiegende, und scheint bei den höher organisirten Thieren in größerer Menge vorzukommen. Ihre Fasern scheinen durchaus ununterbrochen zu verlaufen, und namentlich hat man den Uebergang der Hirn- und Rückenmarksfasern in die Fasern der Nerven bestimmt nachgewiesen. Die graue Substanz, auch Rindensubstanz genannt, weil sie das Gehirn wie mit einer Rinde überzieht, soll nach Treviranus aus den feinsten Fasern bestehen. Nach ihm

würden diese Rinden=Fasern, indem sich mehrere neben einander legten, erst die Markfasern zusammensetzen, eine Ansicht, welche noch der Bestätigung bedarf. Gewiß ist, daß in der Rinden=substanz sehr zahlreiche, feine Blutgefäßchen verlaufen, und wahrscheinlich wird die graurothe Farbe durch diese hervorgebracht. Im Gehirn liegen die Fasern frei neben einander, in den Nerven nicht. Vielmehr findet man in letztern Bündel, welche von zarten Hüllen (Neurilem) umschlossen werden; die größern Bündel enthalten kleinere, gleichfalls umhüllte, und erst in diesen finden sich die oben erwähnten Markfasern, deren Bau noch dunkel ist. Wie die Bündel im Einzelnen, so ist auch der Nerv im Ganzen von einer häutigen Hülle umgeben. Diese ist fest, sehnig, und wird Scheide genannt. In chemischer Hinsicht zeichnet sich die Nervensubstanz durch Armuth an erdigen Bestandtheilen, durch eine große Menge Wasser und durch einen Theil freien Phosphor aus.

Wenn gestritten wird, ob verloren gegangene Nervensubstanz wieder ersetzt werden könne, so scheint man sich bei den vorliegenden Thatsachen nur um den Grad der Reproductionskraft zu streiten. Man weiß, daß abgeschnittene Glieder, welche 5—20 Minuten vom Körper völlig getrennt gewesen waren, anheilten, und ihr Vermögen zu empfinden wieder erhielten. Bei der großen Weichheit der Nervenmasse, und bei der Dicke einer Messerschärfe im Vergleich zur Dünne einer Nervenfaser, sind Wunden ohne Substanzverlust in Nerven nicht wohl denkbar. Noch viel unglaublicher ist es, daß bei Vereinigung der Wundränder stets die zusammengehörigen Enden der Fasern zusammen treffen und verwachsen sollten. Jene Heilungen beruhen also nicht blos auf einem Zusammenkleben der Schnittfläche, sondern machen Bildungsprocesse nöthig, welche von denen der Zeugung nicht wesentlich verschieden sein können. Ob aber Wunden mit einigermaßen beträchtlichem Substanzverlust Wiederherstellung zulassen, scheint unentschieden.

§. 25. Knorpelgewebe, ist sehr elastisch, von Farbe bläulich weiß, oder gelblich. Der größere Theil der Knorpel wird bei der Bildung des Skelets in Knochen verwandelt, die übrigen behalten ihre Eigenthümlichkeit, wie z. B. die dünnen Ueberzüge aller Knochengelenke, die knorpeligen Theile der Nase

u. s. w. Die bleibenden Knorpel werden in zwei Klassen geschieden. Die einfachen Knorpel sind brüchig, sobald man eine Haut, welche sie überzieht, entfernt hat; sie haben nur sehr selten Blutgefäße, und scheinen gar keine Empfindung zu besitzen. Die Faserknorpel dagegen sind nicht brüchig, sind mit sehnigen Fasern durchwebt, und zeigen häufiger Blutgefäße. Sie dienen namentlich als Verbindungsmittel zwischen Knochen, welche sich wenig oder gar nicht bewegen sollten, oder liegen als Scheiben zwischen Gelenken, wo Druck vermieden werden sollte.

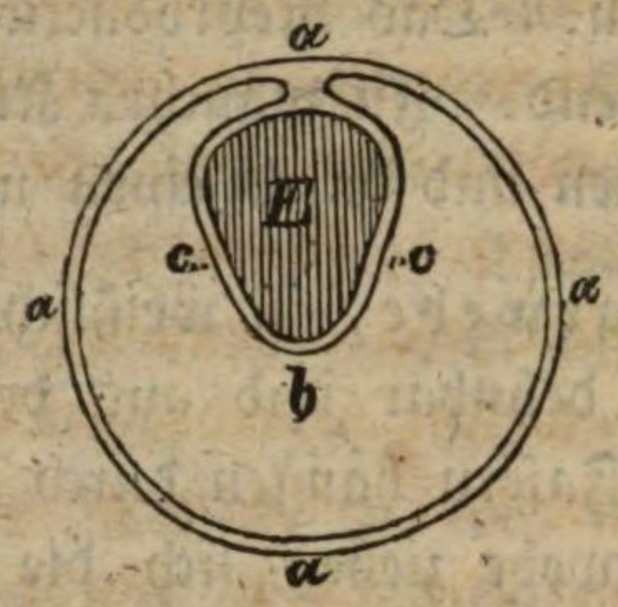
§. 26. Knochengewebe. Die Knochen bestehen theils aus thierischer Substanz, theils aus Erden. Der thierische Stoff ist ein weicher Knorpel, von Zellgewebe und zahlreichen Gefäßen durchzogen. Die erdigen Theile (größtentheils phosphorsaurer Kalk) scheinen mechanisch in die Poren des Knorpels niedergelegt zu sein. Die verhältnißmäßige Menge der erdigen Stoffe nimmt im Alter zu, und mit ihr die Sprödigkeit der Knochen. Finden sich aber die thierischen Theile im Uebermaße, so fehlt es den Knochen an Festigkeit, sie sind biegsam, wie bei Kindern, und können sich unter der Last des Körpers krümmen. Die Knochensubstanz bildet entweder ein faseriges, überaus dichtes Gewebe, oder ein schwammiges mit deutlichen Zellen. Ersteres liegt immer nach außen, und bildet in Knochen, welche leichter zerbrechen könnten, eine starke Rinde. In den röhrenförmigen Knochen findet sich eine Höhle, gewissermaßen eine vergrößerte Zelle. Diese Höhlen und jene Zellen sind mit Knochenmark gefüllt, d. h. mit einer fettigen Substanz, welche wahrscheinlich die harten Theile geschmeidiger macht. Nach außen sind die Knochen von einer festen Haut umgeben. Knochen und Knochenhaut sind im gesunden Zustande unempfindlich, dagegen giebt es Krankheiten, welche die fürchterlichsten Knochenschmerzen mit sich bringen. In kleinen Embryonen findet man statt Knochen Knorpel. Anfangs sind diese ganz dicht, allmälig aber entstehen durch Auffaugung Poren und Kanälchen, es werden Blutgefäße sichtbar, und von diesen wird Knochensubstanz in die leeren Räume abgesetzt. Die Verknöcherung tritt nicht im ganzen Knorpel zu gleicher Zeit ein, vielmehr beginnt sie an einem oder einigen Punkten, welche man

Verknöcherungspunkte nennt. Diese wachsen, indem nach außen hin immer mehr erdige Stoffe anschießen. Ist der Knorpel auf diese Weise ganz in Knochen verwandelt worden, so wächst dieser, wie es scheint, nicht durch Ausdehnung, sondern durch Ansatz neuer, mehr oberflächlicher Schichten. In diesem einen Bezuge könnte man das Wachsthum der Knochen mit dem Wachsthume der Krystalle vergleichen, allein andrerseits vermehren sich die Knochen auch durch Intussusception, und zeigen demnach einen organischen Charakter. Schon die verschiedene Mischung der Knochen in verschiedenen Lebensaltern beweist hinreichend ein Wachsthum im Innern. Das Reproductionsvermögen der Knochen ist ziemlich bedeutend. In manchen Knochenkrankheiten wird ein Knochen ausgestoßen und durch einen neuen ersetzt.

§. 27. Sehnengewebe, ist weißlich, schillernd, sehr fest, aber biegsam, wenig dehnbar und aus den feinsten Fasern zusammengesetzt. Diese Fasern hängen durch Zellgewebe zusammen, und durch das Zellgewebe ziehen sich die seltenen nnd äußerst zarten Blutgefäße. Nerven hat man in den sehnigen Theilen nicht gefunden, auch scheinen sie ohne alle Empfindung zu sein. Aus sehnigem Gewebe bestehen die Bänder, mit welchen sich die Muskeln an die Knochen setzen, ferner die Knochen- und Knorpelhaut, die Gelenkkapseln, und eine Menge Hüllen, sowohl für Muskeln als Eingeweide, namentlich die äußerste Hülle des Hirns und Rückenmarks, die harte Hirnhaut.

§. 28. Elastisches Gewebe, ist dem vorigen sehr ähnlich, indeß doch durch seine Elasticität, durch eine gelbere Farbe und dadurch unterschieden, daß es beim Kochen nicht in Leim verwandelt wird. Man kennt dieses Gewebe nur in den Schlagadern genauer, in welchen es die innere Gefäßhaut mit ringförmigen Fasern umgiebt. Offenbar sollen diese elastischen Fasern die Form der Blutgefäße wieder herstellen, wenn der Pulsschlag sie verändert hat. Auch die Wirbel des Rückgrats mußten durch Bänder dieses elastischen Gewebes verbunden werden, um Biegung des Rückens möglich zu machen. Früher hat man die elastischen Fasern der Schlagadern fälschlich mit den Muskelfasern verwechselt. Unter andern scheint das elastische Gewebe keiner Lebensbewegung fähig.

§. 29. Gewebe der serösen Häute. Es ist fest, durchsichtig, ohne Fasern, und bildet regelmäßig geschlossne Säcke, welche mit ihren Außenseiten an die innern Wandungen gewisser Höhlen so innig sich anschließen, daß Trennung unmöglich ist. Diese Säcke überziehen nicht blos die Wände der Höhlen von innen, sondern auch die in den Höhlen liegenden Eingeweide von außen, indem sie Einstülpungen bilden, in welchen die Eingeweide wie in Taschen aufgehangen oder richtiger eingewachsen sind. Das Verhältniß wird durch nachstehende Figur versinnlicht, welche einen serösen Sack im Durchschnitte darstellt.



a, a, a, a bedeutet die innere Wandung einer Körperhöhle, b die innere, vollkommen abgeschlossene Höhle des serösen Sackes, c c den eingestülpten Theil dieses Sackes, in welchen ein Eingeweide E eingewachsen ist. Die Betrachtung der Figur lehrt, daß es die Außenseite des Sackes ist, welche sowohl die Körperhöhle als auch das Eingeweide überzieht. Der Nutzen der serösen Säcke besteht darin, die Eingeweide zu tragen und bei heftigen Bewegungen des Körpers vor Dehnungen und Zerreißungen zu schützen. Nach innen zu sind die Säcke glatt und schlüpfrig, indem sie unaufhörlich einen feuchten Dunst aushauchen, welcher, im Uebermaaße abgesondert, Ursache der Wassersuchten wird. Eine gewisse Klasse seröser Häute bilden die sogenannten Synovialsäcke, in welchen nicht wässeriger Dunst, sondern eine eiweißhaltige schmierige Substanz abgesondert wird. Solche Säcke sind zwischen vielen Gelenken, überhaupt aber zwischen solchen Theilen angebracht, welche sich an einander bewegen und der Gefahr der Reibung ausgesetzt sind.

Da die serösen Häute überall mit ihrer Außenseite an andere Organe anwachsen, und da die Grenze zwischen ihnen sich nicht angeben läßt, so kann man auch nicht füglich entscheiden, ob

Gefäße und Nerven in die serösen Häute selbst eindringen, oder dem benachbarten Zellgewebe angehören.

§. 30. Das Muskelgewebe, oder die Substanz, welche im gemeinen Leben Fleisch genannt wird, ist von Farbe roth und zeigt einen faserigen Bau. Untersucht man einen Muskel genauer, so findet man eine Menge parallel laufender Fasern, ungefähr von der Stärke eines Menschenhaars, welche zwar durch Zellgewebe bündelweise verbunden sind, demungeachtet aber mit leichter Mühe sich trennen lassen und als natürlich gesonderte Faden sich darstellen. Jede dieser Fasern zeigt sich unter dem Mikroskop aus Hunderten von feinen Fäserchen zusammengesetzt, aus Fäserchen, welche alle andern Fasern des Körpers an Zartheit übertreffen und noch beträchtlich dünner als die Blutkügelchen zu sein scheinen (s. Tab. I. Fig. 7.). Man kann sie Elementarfasern nennen, zum Unterschiede von jenen stärkern Fäden, welche schlechthin Muskelfasern heißen. — Die Muskeln enthalten viel Zellgewebe und eine Menge Blutgefäße und Nerven. Die rothe Farbe des Fleisches wird durch dieselbe Substanz bedingt, welche das Blut roth färbt, doch ist es nicht entschieden, ob diese Substanz sich vom Blute trennt und mit den Fasern verbindet, oder ob ein Gewebe feiner Adern, wie in den Lippen, den rothen Anschein hervorbringt. Die Muskeln sind weich und viel zerreißbarer als Sehnen oder selbst als Haut. Allein der lebende Muskel hat eine ungleich größere Kraft des Zusammenhalts als der todte. Während des Lebens scheinen die Muskeln beständig sich in einiger Spannung zu befinden. Schneidet man einen Muskel quer durch, so entsteht eine klaffende Wunde; fällt der Arm aus dem Gelenk, so kann er nur durch sehr starke Dehnung des Gliedes wieder eingerichtet werden. Eine große Eigenthümlichkeit des Muskelgewebes ist die, nach dem Tode zu erstarren. Ziemlich gleichzeitig mit dem Erkalten des Körpers tritt ein Steifwerden der Glieder ein, welches durch eine eigenthümliche Zusammenziehung der Muskeln bedingt wird. Später verliert sich die Steifigkeit wieder, wahrscheinlich in Folge eintretender Zersetzung.

§. 31. Das Gewebe der Lederhaut, ist die unter der Oberhaut befindliche Hülle unsers ganzen Körpers und der Sitz des Gefühls. Wie oben von der Oberhaut angeführt

worden, tritt sie durch die Leibesöffnungen nach innen, um die Wände verschiedener-Höhlen abzugeben. Hier wird sie durch das Epithelium, wie an der Außenseite des Körpers durch die Epidermis, als von einem Ueberzuge, geschützt. Auf der Oberfläche der Haut bemerkt man parallel laufende zarte Rinnen, mit welchen sich andre gleicher Art kreuzen. Dadurch entstehen reihenförmig gelagerte Hügelchen, die Hautwärzchen, welche als die wesentlichen Organe des Getastes betrachtet werden. Im Innern der Haut liegen die Schweiß- und Fett-Drüsen, welche sich mit feinen Ausführungsgängen zu der Oberfläche des Körpers begeben und in den Hautporen ausmünden. Die Haut besitzt Gefäße und Nerven in größter Menge und gehört zu den empfindlichsten Organen. Sie ist elastisch, kann sich aber nur nach vorgängiger Ausdehnung zusammenziehen. Wunden der Haut mit Substanzverlust heilen wieder, theils indem die getrennten Wundränder sich gegen einander schieben, theils indem neue Substanz in der Lücke erzeugt wird. Diese neue Substanz ist der ursprünglichen Haut nicht ganz gleich. Sie ist glatt, wie es scheint, weil die Hautwärzchen fehlen, ermangelt der Haare und bildet eine schwielige Narbe.

§. 32. Das Gewebe der Schleimhäute. Die größern Höhlen und Kanäle des Körpers, welche Mündung nach außen haben, sind mit Schleimhäuten ausgekleidet. Diese weichen, schlüpfrigen Häute erscheinen als Fortsetzungen der Lederhaut, welche sich durch den Mund oder andere Oeffnungen nach innen einstülpt. Gleichwohl sind beide Häute dem Gewebe nach wesentlich verschieden. Besonders bemerkenswerth sind die Schleimdrüsen, welche sich mit feinen Mündungen an der Oberfläche öffnen und den Schleim aussondern. Vielleicht geschieht aber die Schleimabsonderung an allen Stellen der Schleimhäute vermöge sehr zahlreicher Blutgefäße. Die Schleimhäute erhalten durch zahlreiche Nerven eine ziemliche Empfindlichkeit, doch trägt diese nicht überall denselben Charakter. Scharfer Senf, dessen bloße Ausdünstung die Schleimhäute der Nase auf das heftigste reizt, erregt im Magen keine Empfindung. So groß die Lebensthätigkeit der Schleimhäute auch ist, so sind sie doch keiner eignen Bewegungen fähig. Schnittwunden der Schleimhäute heilen mit Leichtigkeit, doch wird beträchtlicher Verlust an Substanz, z. B. das Gaumenzäpfchen, wenn es verloren gegangen, nicht wieder ersetzt.

§. 33. Das Gewebe der Drüsen. Die Drüsen im weitern Sinne gleichen sich in Bezug auf Form und Anordnung nur wenig, doch haben alle die Bestimmung, gewisse Veränderungen in den Säften des Körpers hervorzubringen. Man unterscheidet Drüsen mit und ohne Ausführungsgänge. Die erstern zeigen nach innen eine Höhlung, an deren Wänden ein äußerst feines Gefäßnetz verbreitet ist, welches ohne Zweifel die Säfte ausscheidet, welche in der Drüse bereitet und durch deren Ausführungsgang ausgeschieden werden. Zuweilen ist jene Höhle ganz einfach, und die Drüse gleicht nur einem dickwandigen Säckchen, wie in den Schleimdrüsen, zuweilen aber gehen von dem Ausführungsgange Aeste ab, von den Aesten Zweige, und die letzten kleinen Kanälchen enden in blinde Bläschen. Die letztern, zusammengesetzten Drüsen sind wieder doppelter Art, denn in einigen kann man Läppchen und Körnchen (gebildet durch jene Verästelung) deutlich unterscheiden, wie in den Thränendrüsen, Speicheldrüsen, in der Bauchspeicheldrüse und in den Brüsten; andere dagegen, z. B. Leber, Nieren, Hoden und Vorsteherdrüse zeigen keinen gelappten Bau. Die Drüsen ohne Ausführungsgänge heißen Gefäßdrüsen. Zu ihnen rechnet man die Lymphdrüsen, welche aus vielfach verwickelten Saugadern bestehen, und die Blutdrüsen, in welchen wahrscheinlich das in großer Menge zuströmende Blut Veränderung erleidet. Alle Blutdrüsen haben viel räthselhaftes, namentlich wenn sie durch ihre Größe sich wichtig machen, wie die Milz. Das Gefühl der Drüsen ist stumpf und ihre Nerven sind nicht sehr zahlreich.

§. 34. Das erectile Gewebe findet sich an den äußern Geschlechtstheilen und den Brustwarzen. Sein Bau ist schwammig. Die netzförmig verflochtenen Blutadern erfüllen die Zellen und Kanäle des Gewebes in der Art, daß ihre Wandungen mit denen der Zellen verwachsen. Wenn das Blut in diesen Venen sich in größerer Menge ansammelt, so erfolgt Anschwellung des Gewebes. Sehr merkwürdig ist es, daß Vorstellungen der Seele Grund des Anschwellens, und folglich eines auffallend modificirten Blutlaufes werden können.

Sämmtliche Gewebe gehören zwar dem Organismus als einem Ganzen an, indeß hängen doch die Theile eines Gewebes gewöhn-

lich inniger unter sich selbst, als mit andern Theilen zusammen, und so entstehen Systeme, wie das Gefäß- und Nervensystem.

Dritter Abschnitt.

Von den Organen.

§. 35. Organe heißen die einzelnen Theile eines belebten Körpers, durch deren Vermittelung die verschiedenen Lebensthätigkeiten zu Stande kommen. Da streng genommen jedes kleinste Theilchen des Körpers, die Elementartheilchen nicht ausgeschlossen, seine eigenthümliche Verrichtung hat, so besteht zwischen diesen einfachen Theilchen und den zusammengesetzten Organen freilich keine feste Grenze. Die Schwierigkeit, die hieraus entsteht, trifft indeß nur die Systematik, indem es für unsre Zwecke vollkommen ausreicht, dem Sprachgebrauch zu folgen und diejenigen Theile Organe zu nennen, welche einer Lebensthätigkeit vorstehen, deren Eigenthümlichkeit in die Augen fällt.

Weit bedeutendere Schwierigkeiten zeigen sich, wenn man die Frage aufwirft, welches Verhältniß zwischen den Organen und ihren Verrichtungen, also überhaupt zwischen Organisation und Leben bestehe. Ist das Leben eine Kraft, welche den Organismus zeugt und erhält, oder ist es umgekehrt das Produkt des Organismus, der, wie jeder Körper, in die Erscheinung tritt, und dessen Erscheinungsweise eben das Leben selbst ist? Die Erfahrung lehrt nur so viel, daß Organisation und Leben unzertrennlich verbunden sind; die Frage also, ob dieses oder jene das Bedingende sei, ist für die Naturwissenschaft unlöslich.

Die verschiedenen Organe eines Körpers werden durch die zusammensetzenden Gewebe (§. 19) zu einem unzertrennlichen Ganzen verbunden. Jedes Organ wirkt für den Organismus im Ganzen und folglich auch mehr oder weniger für dessen Theile im Einzelnen. Dadurch entsteht ein Wechselverhältniß zwischen sämmtlichen Organen, jedes einzelne hat Einfluß auf alle, und alle haben Einfluß auf das einzelne.

Diese Abhängigkeit der Organe von einander verträgt sich indeß doch mit einer gewissen Selbstständigkeit derselben. Allerdings kann

die Gehirnthätigkeit nicht ohne Mitwirkung des Blutlaufes bestehen, allein letzterer ist so wenig die Ursache der Gehirnthätigkeit, als die atmosphärische Luft, welche das Leben bedingt, die Ursache des Lebens ist. Der Grund der Gehirnthätigkeit ist das Gehirn, und dieses trägt den organischen Grund seiner Thätigkeit in sich selbst. Daß das Blut, welches dem Gehirn unentbehrlich ist, hier Hirnsubstanz, wie im Skelet Knochensubstanz absetzt, ist die erste Folge und zugleich der Beweis jener Selbstständigkeit. Krankhafte Verstimmung des Magens kann freilich Hypochondrie veranlassen, andrerseits aber kann auch das geistige Leben, eines Gelehrten zum Beispiel, seinen höchsten Gipfel erreichen, während die Verdauungsorgane geschwächt, ja sogar krankhaft verändert sind. Um die wechselseitige Abhängigkeit der Organe von einander einerseits und ihr selbstständiges Wirken andrerseits vollständig zu würdigen, muß man ohne theoretische Vorurtheile die Erscheinungen nehmen wie sie sind. Mit Recht hat sich Reil gegen diejenigen erklärt, welche die Lebensthätigkeit eines Organes als das Resultat der vereinigten Wirkung der verschiedensten Organe betrachten, aber ebenfalls übertrieben ist seine eigne Ansicht, wenn er die Organe als selbstständige Wesen betrachtet, welche unter einander nur in parasitischer Verbindung stehen.

Man pflegt die Organe nach ihren Verrichtungen in zwei Klassen zu theilen. Die eine Klasse hat zur Aufgabe, das Leben in seiner einfachsten Form, wie diese schon in den Pflanzen vorkommt, zu verwirklichen, die zweite vermittelt diejenigen Verrichtungen, welche das Thier vor der Pflanze auszeichnen. Die ersteren Organe hat man pflanzliche oder vegetative, die letzteren thierische oder animalische genannt. Zu den pflanzlichen Organen des thierischen Körpers gehören also alle die, welche dem Wachsthum und der Zeugung vorstehen, die Organe der Verdauung, des Kreislaufes, des Athmens, der Absonderung und geschlechtlichen Fortpflanzung; zu den thierischen Organen dagegen rechnet man die Theile, welche Bewegung und Empfindung vermitteln, also Muskeln, Knochen und Nerven.

Vierter Abschnitt.

Verbindung der Organe, welche den menschlichen Körper zusammensetzen.

§. 36. Um eine deutliche Vorstellung von dem Baue unsers Körpers zu gewinnen, genügt es nicht, die einzelnen Organe anatomisch zu untersuchen, sondern es ist nöthig, auch die Lagerungsverhältnisse der Theile, ihre Nachbarschaften und Verbindungen zu berücksichtigen. Auf die Wichtigkeit einer solchen Untersuchung macht besonders noch der Umstand aufmerksam, daß die Lagerungsverhältnisse der Organe bei den verschiedensten Thieren die größte Uebereinstimmung zeigen, und bei den Säugethieren, Vögeln, Amphibien und Fischen namentlich von der Anordnung des menschlichen Körpers so wenig sich entfernen, daß der Einfluß eines Naturgesetzes in der Zusammenstellung der Organe unverkennbar ist.

Am leichtesten gewinnt man ein Bild von der gegenseitigen Lage der Theile, wenn man von der Betrachtung des Gerippes ausgeht. Das Gerippe oder Skelet bildet den festen Kern des Körpers, um welchen die Weichtheile sich anlegen und in dessen Höhlen sie sich bergen. Die Partien, welche wir äußerlich am Körper unterscheiden: Rumpf, Hals, Kopf und Gliedmaßen sind im Innern durch das Skelet schon vorgebildet und werden selbst von dem ungeübtesten Auge leicht erkannt (Tab. I. Fig. 1.). In allen Wirbelthieren, und folglich auch im Menschen, ist das Skelet mit zwei organischen Systemen nachbarlich verbunden, mit den Muskeln nach außen, mit den Centralorganen des Nervensystems (Gehirn und Rückenmark) nach innen. Das Rückenmark liegt in einem knöchernen Kanale des Rückgrats, das Gehirn in der Schädelhöhle. Jener Kanal und diese Höhle bilden ein zusammenhängendes Ganze, wie Gehirn und Rückenmark ebenfalls zusammenhängen.

Der Rumpf ist hohl und umschließt die meisten Eingeweide. Rippen, Brustbein und Beckenknochen sind die Theile des Skelets, welche an der Bildung der Rumpfhöhle Theil haben. Indeß lehrt die Betrachtung des Gerippes (Tab. I. Fig. 1.), daß durch die Anordnung der Knochen die Rumpfhöhle nur unvollkommen angedeutet wird, indem zwischen den einzelnen Knochen, ins besondre zwischen dem Brustkasten und Becken, beträchtliche Lücken

frei bleiben. Diese Lücken werden zunächst durch Muskeln ausgefüllt, z. B. der Raum zwischen Brustkasten und Becken durch die Bauchmuskeln, welche sehr breit, wie der Bauch selbst, und zugleich sehr dünn sind. Die Rumpfhöhle würde nun ein ungetheiltes Ganze ausmachen, wenn nicht das Zwerchfell (Tab. IV. Fig. 21. z) sich in der Gegend der untersten Rippen der Quere nach ausspannte und dadurch die Rumpfhöhle in zwei vollständig gesonderte Räume schiede. Diese Räume sind die Brusthöhle und die Bauchhöhle. In letzterer unterscheidet man den obern Theil, die eigentliche Bauchhöhle, von dem untern Theile, der Beckenhöhle. Beide Räume sind nicht gesondert und unterscheiden sich nur dadurch, daß die Beckenhöhle von knöchernen Theilen umgeben wird, indem das Kreuzbein, die Hüftbeine, die Schambeine und die Sitzbeine dieselbe wie mit einem Gürtel umspannen.

In der Brusthöhle sind die wichtigsten Organe des Blutlaufes und Athmens angebracht, in der Bauchhöhle die meisten Organe der Verdauung und Absonderung, in der Beckenhöhle die innern Geschlechtstheile und die Harnblase. Zur Befestigung aller dieser Eingeweide sind seröse Säcke (§. 29.) vorhanden, welche die innern Wandungen der Höhlen überziehen und über die Eingeweide Falten schlagen, so daß diese gleichsam in Taschen der serösen Säcke eingeschlossen und an den Wänden der Körperhöhlen aufgehangen sind (s. die Fig. §. 29.). Da die Außenseite des Eingeweides mit der häutigen Falte, in welcher es eingeschlagen ist, verwächst, und da die serösen Häute eine ungemeine Festigkeit haben, so ist die Lage der Eingeweide an den ihnen bestimmten Orten auf das vollständigste gesichert.

In der Brusthöhle (Tab. IV. Fig. 21.), so ziemlich in der Mitte und nur mit der Spitze nach links gewendet, liegt das Herz (h). Zu beiden Seiten desselben liegt ein Lungenflügel (lu lu), deren jeder einen Ast der Luftröhre aufnimmt. Die Lungen sind demnach an der Luftröhre aufgehangen, und diese würde eine so ansehnliche Last nicht tragen können, wenn nicht zwei seröse Säcke, die man Brustfelle nennt, auf die eben beschriebene Weise die Lungen trügen. Auch das Herz wird durch einen serösen Sack, den sogenannten Herzbeutel, getragen.

In der Bauchhöhle (Tab. IV. Fig. 21.) liegt unmittelbar unter dem Zwerchfell, auf der rechten Seite, die Leber (l); zum Theil

unter dieser, zum Theil mehr nach links der Magen (ma). An die linke Seite des Magens ist die Milz angeheftet (m). Die Nieren liegen etwas tiefer als die genannten Organe, die linke unter der Milz, die rechte unter der Leber, beide an der hintern Wand der Bauchhöhle nah am Rückgrat. Der noch übrige freie Raum der Bauchhöhle wird von dem vielfach gewundenen Darmkanal ausgefüllt (d, d, d).

In der Beckenhöhle liegt am meisten nach vorn die Harnblase, am meisten nach hinten der Mastdarm (Tab. IV. Fig. 22.). Bei dem weiblichen Geschlechte liegt zwischen beiden noch die Gebärmutter, welche mittelst eines häutigen Kanals, den man Scheide nennt, in die Scham ausmündet. Bei dem männlichen Geschlechte befinden sich die wichtigsten Zeugungsorgane bekanntlich außerhalb der Beckenhöhle, und in dieser liegen nur die Samenblasen, welche durch die samenführenden Kanäle mit den Hoden, und durch ihre Ausführungsgänge mit der Harnröhre in Verbindung stehen.

Die Eingeweide der Bauch- und Beckenhöhle werden durch einen einzigen serösen Sack, den größten des ganzen Körpers, in ihrer Lage erhalten. Dieser Sack ist das Bauchfell oder Peritonaeum. Schneidet man den Bauch auf, so gelangt man in das Innere dieses Sackes, indem nur die vordere Wand desselben durchschnitten wird, welche der innern Seite der Bauchmuskeln anhängt, während die hintere Wand unverletzt bleibt, welche mit der Oberfläche der Eingeweide verwachsen ist.

Was nun die Außenseite des Skelets anlangt, so ist diese fast überall mit Muskeln bedeckt. Nur an einigen Stellen des Kopfes und an den Endpunkten der Gliedmaßen fehlt die Muskelhülle gänzlich. Dagegen können auch mehrere Muskelschichten über einander liegen, wie besonders am Halse und an den fleischigen Partien der Arme und Beine. Wenn schon das Skelet eine Andeutung der menschlichen Gestalt giebt, so wird durch das Hinzutreten der Muskeln diese ihrer Vollendung sehr nahe gebracht. Die vorspringenden Ecken des Gerippes kommen durch die Lagerung der Muskeln in Wegfall, die dünnen, eckigen Gliedmaßen werden voll und rund, und es bedarf nur noch des Hautüberzuges, um die Form des Körpers zu vollenden.

Am Kopfe unterscheidet man die Schädelhöhle und den Gesichtstheil. Die Schädelhöhle ist als Schutzorgan des Gehirns

schon erwähnt worden, die Gesichtsknochen bilden mehrere Höhlen für Augen, Ohren, Nase und Mund. Die Höhlen für Nase und Mund sind zwar nach vorn zu durch den Gaumen geschieden, vereinigen sich aber hinter dem Gaumenzäpfchen in der Rachenhöhle. Die Nase ist der Anfang der Luftwege, der Mund der Anfang der ersten Wege oder des Verdauungskanals. In der Rachenhöhle kreuzen sich beide Wege, wie aus Tab. II. Fig. 14. ersichtlich ist. Vor der Rachenhöhle liegt die Mundhöhle unten, die Nasenhöhle oben; hinter der Rachenhöhle liegt die Luftröhre nach vorn, der Schlund nach hinten. Wie Mund- und Nasenhöhle in die Rachenhöhle nach hinten einmünden, so öffnen sich Schlund und Luftröhre in dieselbe nach oben. Die obere Oeffnung der Luftröhre ist die Stimmritze, welche also vor dem Anfange des Schlundes liegt.

Am Halse liegt die Speiseröhre (Fig. 14. sp.) zu hinterst, unmittelbar vor den Halswirbeln des Rückgrats. Sie steigt dann in die Brusthöhle hinab, geht hinter dem Herzen nach unten, durchbohrt endlich das Zwerchfell und geht in den Magen über. Die Luftröhre (Fig. 14. L.) liegt an der vordern Seite des Halses, senkt sich hinter dem Brustbeine in die Brusthöhle, und zerfällt hier in zwei Aeste, in einen linken und einen rechten, von welchen sich jeder in die Lunge seiner Seite einsenkt.

Die anatomischen Beschreibungen der einzelnen Organe werden die hier gebotene Skizze weiter auszuführen haben.

Fünfter Abschnitt.

Unterschied des Menschen vom Thiere.

§. 37. Die zoologischen Systeme rechnen den Menschen, in Berücksichtigung des Baues und der Verrichtungen seines Körpers, zwar mit Recht zu den Säugethieren, indeß hat doch der Mensch so viele körperliche und geistige Eigenthümlichkeiten, daß zwischen ihm und den übrigen Säugern eine nicht auszufüllende Lücke bleibt. Die vor kurzem aufgestellte Behauptung eines geachteten französischen Naturforschers, daß der Orang-

Utang ein Wesen zwischen Affe und Mensch sei, ist dahin zu berichtigen, daß der Drang=Utang der vollkommenste Affe ist. Das Gehirn des Menschen ist in Vergleich mit den Nerven überwiegender, seine Sinne sind harmonischer entwickelt, indem das Getast in der Ausbildung nicht zurück bleibt. Die Stirne wölbt sich in Folge der mehr entwickelten Schädelhöhle so stark nach vorn, daß die Gesichtstheile unter sie zu liegen kommen, während diese beim Thiere als Schnauze vorspringen. Arme und Hände unterscheiden sich selbst von denen des Affen durch feinere Beweglichkeit und durch zartere, zum Tasten geschickte Hautbedeckungen, desgleichen durch einen solchen Bau, namentlich in der Schultergegend, daß die Benutzung dieser Theile zum Gehen unmöglich wird. Die Bestimmung des Menschen, aufrecht zu gehen, ist noch auf andere Weise anatomisch begründet, während umgekehrt das Gehen auf zwei Beinen bei dem Thiere nie mit Sicherheit und nicht anhaltend möglich ist. Bei dem Menschen ist das Haupt in der Art am Halse befestigt, daß er die Augen, wenn er auf allen vieren ginge, nicht würde brauchen können. Ihm fehlt das Nackenband, welches bei den Thieren bestimmt ist, den hängenden Kopf zu tragen. Andererseits bemerken wir an dem Menschen eine schlangenförmige Biegung der Wirbelsäule, eine auffallende Breite des Beckens, starke Entwicklung der Gesäß= und Wadenmuskeln, Einrichtungen, welche das Gleichgewicht des Körpers beim aufrechten Gange unterstützen und die Kraft zum Gestreckthalten der Beine mit sich bringen. Die Zähne und übrigen Verdauungswerkzeuge des Menschen zeigen eine Mittelbildung zwischen denen der fleischfressenden und grasfressenden Thiere. Jede Nahrung ist ihm passend, und da sein Geist ihm Mittel an die Hand giebt, sich vor den Bedrängnissen des Klimas zu schützen, so vermag der Mensch sich über die ganze Erde zu verbreiten.

§. 38. Der Mensch ist von Natur schutzloser als das Thier. Ihm fehlt der Haarüberzug, welcher die Säugethiere vor Kälte schützt, er erhielt keine natürlichen Waffen, und der Zustand der hülfsbedürftigen Kindheit dauert unverhältnißmäßig lange. Allein die natürlichen Gebrechen unseres Geschlechtes werden durch die geistigen Vorzüge, die uns zu Theil wurden, unendlich überboten. Der Mensch besitzt ohne allen Vergleich den durchdringendsten

Verstand, und ist unter allen Wesen allein zur Vernunft bestimmt.

Aus seiner verständigen Natur entspringt zuvörderst die Sprache, welche dem Thiere abgeht, nicht weil seine Stimmorgane die Erzeugung artikulirter Töne verbieten, sondern weil es ihm an Stoff gebricht zum Sprechen, und namentlich an der Fähigkeit, den Stoff zu combiniren.

Auch zeigen sich vom Instinkte nur schwache Reste, und beziehen sich lediglich auf die Erhaltung des Individuums und der Gattung, während im übrigen die Thaten des Menschen frei sind vom Einfluß der Naturkräfte, und aus überlegter Wahl zwischen Nützlichem und Schädlichem, Gutem und Bösem hervorgehen. Für das Wahre, Gute und Schöne ist nur der Mensch empfänglich.

§. 39. So finden wir zwischen Mensch und Thier eine ungeheure Kluft, und müssen der Ansicht durchaus entgegen treten, welche unser Geschlecht als eine in der Zeitfolge veredelte Thierrasse darstellt. Schon die körperlichen Verhältnisse verbieten diese Annahme. Vermischen sich gleichartige Thiere mit einander, so entstehen Junge, welche den Alten auf das vollkommenste gleichen, und selbst nach Jahrtausenden findet man, wie unter andern die Thiermumien der Aegypter zeigen, kaum die leiseste Veränderung. Auch anhaltende Veränderung des Klimas verändert die Thiergattungen nur wenig, wie die von Europa nach Amerika verpflanzten Thiere beweisen. Allerdings entstehen beträchtliche Veränderungen, wenn verschiedene Thiere sich vermischen, allein diese Veränderungen haben bestimmte Grenzen, die wir kennen, immer sind die Mischlinge den Eltern ähnlich, und nie wird die Organisation in den Bastarden veredelt. Zwar kann das Junge von Pferd und Esel vollkommner sein als der Esel, nicht aber vollkommner als das Pferd, sondern im Gegentheil. Die Unwahrscheinlichkeit der Annahme, daß das Menschengeschlecht nur durch Fortbildung eines Thiergeschlechtes entstanden sei, wird noch auffälliger, wenn man die geistigen Eigenthümlichkeiten der Menschen und Thiere berücksichtigt. Das Thier ist nicht vervollkommnungsfähig, oder doch im beschränktesten Grade. Der junge Vogel baut sein Nest so vollkommen, wie der alte, und wir haben nicht den geringsten Grund, anzu-

nehmen, daß vor Jahrtausenden der Nestbau unvollkommener gewesen sei. Hätte sich das Menschengeschlecht durch Veredelung aus dem Thierreiche herausgebildet, so würden wir die Spuren der Uebergänge wahrnehmen, wie sie zwischen Wolf, Fuchs und Hund bemerklich sind, aber zwischen dem Menschen und dem menschenähnlichsten Affen ist, wie bemerkt wurde, eine nicht auszufüllende Kluft.

Sechster Abschnitt.

Unterschiede der Menschen.

Geschlechtsverschiedenheit.

§. 40. Die wichtigste Verschiedenheit der Menschen untereinander bezieht sich auf das Geschlecht. Denn nicht etwa auf die Geschlechtsorgane beschränkt sich diese Verschiedenheit, sondern sie ist durchgreifender Art und kehrt in allen körperlichen und geistigen Verhältnissen wieder.

Das Weib ist im Vergleich zum Manne kleiner und zarter, sein Körper ist saftiger, die Formen sind runder, theils weil das Skelet weniger eckig ist, theils weil eine starke Fettlage unter der Haut die Ungleichheiten der Muskeln verbirgt. Die Brust ist schmäler, der untere Bauch und die Hüften sind breiter. Arme und Beine sind im Vergleich zum Rumpfe kürzer, die Schenkel stehen, wegen des breitern Beckens, nach oben auseinander und müssen also nach unten convergiren, wodurch die Bewegung des Laufens unsicher wird. Bauch- und Beckenhöhle sind mit Vorsorge für die Schwangerschaft stärker entwickelt, und die vollkommnere Abrundung des Beckens nach innen, so wie sein größerer Ausgang nach unten, beziehen sich auf Erleichterung der Geburt. Im Zusammenhange mit der höhern Ausbildung der Zeugungsstätte sind auch die Blutgefäße und Nerven der genannten Höhlen größer.

In Uebereinstimmung mit einem kleinen Brustkasten sind bei dem Weibe die Lungen weniger entwickelt als bei dem Manne, und das Athmen ist nicht so erfolgreich. Es wird weniger Kohlenstoff ausgeschieden und weniger Sauerstoff aufgenommen. In-

deß reicht dieser Umstand nicht hin, zu beweisen, daß im weiblichen Körper der Kohlenstoff, im männlichen der Sauerstoff vorherrsche. *) Denn es liegt am Tage, daß durch chemische Processe anderer Art das Gleichgewicht der Elemente wieder hergestellt werden kann, und in der That ist das Blut der Menstruation reicher an Kohlenstoff, als anderes, so daß es scheint, als solle der monatliche Blutfluß die Funktion der Lungen unterstützen. Die Stimmwerkzeuge, welche mit den Athmungsorganen auf das innigste verbunden sind, folgen diesen im Gange der Entwickelung. Sie sind größer und kräftiger beim Manne, wie schon der vorspringende Kehlkopf andeutet. Als Folge hiervon ist die Stimme des Mannes tiefer und kräftiger.

Die Organe der Verdauung sind beim Manne mehr entwickelt, theils größer im Umfange, theils kräftiger in ihrer Wirkung. Auch bedarf der Mann mehr Nahrungsmittel und unterliegt dem Hunger weit früher, als das Weib. Die Assimilation der Nahrungsmittel, d. h. ihre Verähnlichung mit dem Organismus, geschieht bei dem Manne langsamer und schwerer, daher das Essen häufiger Belästigungen mit sich bringt, und nur nach längeren Zwischenzeiten vertragen wird. Auch bedarf der Mann mehr aromatische und spirituöse Stoffe, um die Verdauung zu unterstützen. Das Vermögen lange zu hungern und die größere Assimilationskraft bei geringerem Nahrungsbedürfniß scheint anzudeuten, daß das Weib fähig und bestimmt ist, von sich selbst zu zehren, so daß die Organe durch ein wechselndes Geben und Nehmen sich unter einander erhalten.

Das weibliche Skelet ist im Verhältniß zum Gewicht des ganzen Körpers leichter, wie denn die meisten Knochen auffallend dünner sind, als die männlichen. Das größere Becken des Weibes und der engere Brustkasten fanden schon Erwähnung. Seine Lendenwirbel sind höher, wodurch die Bauchgegend vergrößert wird. Der Schädel ist größer, der Gesichtstheil kleiner. Dem entsprechend ist das Gehirn des Weibes größer, die Sinnesorgane dagegen und die Nerven sind kleiner, als beim Manne. Die Em-

*) Die Ansicht, daß im männlichen Körper Sauerstoff, im weiblichen Wasserstoff und Kohlenstoff vorherrsche, hat in der Medicin viel Eingang gefunden, obschon die Beweise dafür sehr ungenügend sind.

pfänglichkeit für Eindrücke ist feiner, daher selbst mäßige Reize leicht großen Eindruck machen. Bei geringen Veranlassungen entstehen Schmerzen und Krämpfe. Die Muskeln sind beim Manne röther, größer und kräftiger, die Haut ist derber und an mehr Stellen mit Haaren bedeckt. Die Krankheiten, zu welchen der Mann sich vorzugsweise hinneigt, sind die entzündlichen.

Diese und viele andere Umstände, welche hier nicht ausgeführt werden können, begründen zwischen den Geschlechtern eine Polarisation, welche nur in der Verbindung beider ihre Ausgleichung findet. Wenn aber, mit Burdach zu reden, der Mann zum Weibling und das Weib zum Männling wird, so ist mit der Polarität zugleich die Möglichkeit der Ausgleichung aufgehoben, und Beide entfernen sich von ihres Gleichen, ohne dem entgegengesetzten Geschlechte harmonisch sich anzuschließen. *)

Die Geschlechtslosigkeit mit völligem Mangel der Zeugungsglieder gehört zu den seltensten Abnormitäten; häufiger schon findet sich Zwitterbildung. Letztere beruht entweder darauf, daß die Theile sich vervielfältigen und neben den specifischen Organen des einen Geschlechts noch die des andern auftreten, oder die einfachen Organe sind von zweideutigem Bau und spielen mehr oder weniger in die Bildung des andern Geschlechts hinüber. Berücksichtigt man nur den Bau der Theile, so scheinen vollkommne Zwitter unter Menschen nichts unmögliches, und manche Hermaphroditen scheinen wirklich beiden Geschlechtern gleichmäßig anzugehören. Dagegen ist kein Fall bekannt, wo ein menschliches Wesen die Geschlechtsverrichtungen des Mannes und des Weibes in sich vereint hätte, während unter den Thieren Fälle genug vorkommen, wo ein Individuum zugleich befruchten und gebären kann.

Altersverschiedenheit.

§. 41. Wachsthum und Abnahme ist ein Kennzeichen aller organischen Körper. Bei dem Menschen ist es besonders auffal-

---

*) Die Männlinge verlieren, indem sie durch schweren Knochenbau, starke Muskulatur, flache Brust, Bartwuchs ꝛc. in die Bildung des männlichen Geschlechts hinüberspielen, gewöhnlich auch die Fähigkeit zur Zeugung, während die fruchtbarsten Frauen in der Regel den Geschlechtscharakter am deutlichsten darstellen.

lend und bedingt die Eigenthümlichkeiten der Lebensalter. Nicht blos im Körper sondern auch im Geist ist ein Zunehmen und Abnehmen bemerklich, aber merkwürdig genug gehen die Veränderungen beider nicht gleichen Schritt. Wie die Geschichte der Völker lehrt, daß ihre schönste geistige Blüthe gewöhnlich erst dann sich entfaltet, wenn der Kulminationspunkt ihrer materiellen Größe schon vorüber ist, so fällt im Individuum die höchste Entwickelung intellektueller und moralischer Kraft in eine Periode, wo der Körper unverkennbar im Rückschreiten ist.

Obschon die Veränderungen, welche im Gange des Lebens erfolgen, sich in unmerklichen Uebergängen an einander reihen, so kann man doch zur leichtern Uebersicht fünf Lebensperioden, als Säuglingsalter, Kindesalter, Jugendalter, reifes Alter und Greisenalter unterscheiden.

§. 42. Das Säuglingsalter umfaßt die ersten 9 oder 12 Lebensmonate. In dieser Periode ist der Körper sehr vollsaftig und in allen Theilen weich; selbst die Knochen enthalten noch wenig erdige Substanz und werden an manchen Stellen sogar durch Häute vertreten, welche erst später Knochenmasse aufnehmen. Daher die weiche pulsirende Stelle (Fontanelle) am Schädel, wo die dem Pulsschlag entsprechende Bewegung des Gehirns durch eine häutige Lücke zwischen den Schädelknochen sichtbar wird. Die Absonderungsorgane, besonders Leber und Nieren sind auffallend groß und erhalten erst allmälig ein festeres Gewebe. Die Zähne, deren Keime schon während des Fruchtlebens theilweise entstanden, fangen gegen Ende der Periode an durchzubrechen.

In den Lebensverrichtungen sind die pflanzlichen vorherrschend. In den ersten Wochen wacht der Säugling täglich wenig über eine Stunde und selbst nach Verlauf von sechs Monaten nimmt der Schlaf noch $\frac{2}{3}$ des Tages in Anspruch. Ungemein lebhaft ist der Stoffwechsel. Die Darm- und Blasenausleerungen sind sehr häufig, die Hautausdünstung beträchtlich und das Wachsthum stärker, als in irgend einer andern Lebensperiode. Ein neugebornes Kind pflegt 6 — 7, ein neunmonatliches 16 — 18 Pfund zu wiegen. Der Schnelligkeit des Stoffwechsels entspricht die Thätigkeit im Blutlauf und Athmen. Der Puls schlägt beim Neugebornen 130 — 140 Mal, im neunten Monate gegen 115

Mal in einer Minute. Auch das Athmen geschieht rasch, kann aber ohne Gefährdung des Lebens länger ausgesetzt werden, als bei Erwachsenen. Man hat in Versuchen mit Kaninchen gefunden, daß diese kurz nach der Geburt wohl ½ Stunde unter Wasser lebend zubringen können.

Das Seelenleben erwacht nur allmälig, und seine Erscheinungen erinnern mannigfach an die Vorgänge der niedern Thierwelt, wo Empfindung und Bewegung in ihren ersten Spuren zum Vorschein kommen. Die Empfindung ist nur eine dumpfe und in den verschiedenen Sinnesorganen noch nicht gleichmäßig entwickelte. Das Getast ist zuerst thätig, und das Auge scheint zwar das Licht wahrzunehmen, ist aber weniger reizbar. Ueberhaupt scheint in den Sinnen die receptive Seite vor der reactiven vorzuherrschen. Das Gehör ist noch stumpf, denn der Schlaf wird nur durch das heftigste Geräusch unterbrochen. Geschmack und Geruch scheinen anfangs ganz zu fehlen. In den ersten Wochen verschluckt der Säugling eben so willig bittern Chamillenthee, als süße Muttermilch, und nur nach und nach lernt er die Mutter mittelst des Geruchs auch im Finstern unterscheiden. Gegen Ende des ersten Lebensjahres hat aber das Kind schon ansehnliche Fortschritte gemacht, und Zeichen von Aufmerksamkeit, Wohlgefallen und Mißbehagen beweisen eine lebhafter gewordene Empfindung. Die Bewegungen sind anfangs nur in Bezug auf das Saugen zweckmäßig, im übrigen zuckend und planlos. Außerordentliche Weichheit des Gehirns und Rückenmarks, welche zwar verhältnißmäßig groß, aber unreif erscheinen, mag die materielle Ursache jener Unvollkommenheit der thierischen Funktionen sein. Auch mag es von eben diesen Ursachen abhängen, daß unter den Krankheiten der Säuglinge besonders häufig Nervenzufälle vorkommen, welche in der Gestalt von Krämpfen die häufigste Ursache des Todes sind.

Der Organismus des Säuglings ist im höchsten Grade gebrechlich und die Sterblichkeit groß. Im Allgemeinen stirbt im ersten Lebensjahre von vier oder fünf Kindern eins, und unter den Gestorbenen ist die Zahl derer vorherrschend, welche in den ersten Lebenswochen starben.

§. 43. Die Periode der Kindheit beginnt gegen Ende des ersten Jahres und reicht bis zu dem Anfange der geschlecht-

lichen Entwickelung. Die anfangs noch sehr weichen Organe nehmen immer mehr feste Substanz auf. Die Knochenbildung schreitet vorwärts, zuerst verwächst die Fontanelle. Die einzelnen Knochenstücke, welche ein Ganzes bilden sollen, verwachsen, und die Röhrenknochen der Arme und Beine werden hohl und mit Mark erfüllt. 4—8 Schneidezähne sind gewöhnlich schon gegen Ende der vorigen Periode zum Durchbruch gekommen; nun erscheinen bis gegen Ende des zweiten Jahres noch 4 Eckzähne und 8 Backzähne, welche zusammen die 20 Milchzähne ausmachen. Im sechsten oder siebenten Jahre fangen diese Zähne an auszufallen, und werden nicht nur durch andere ersetzt, sondern auch durch neue, dem Wechsel nicht unterworfene Backzähne allmälig vermehrt.

Die Absonderungsorgane wachsen nicht in dem Verhältniß fort, als die übrigen Theile, daher Leber und Niere nun kleiner erscheinen.

Die Nervensubstanz wird fester, und Hirn- und Rückenmark erreichen schon im siebenten Lebensjahre, der Größe nach, ihre vollständige Entwickelung. Die Muskeln werden röther und derber, die durch Fettanhäufung bedingte Fülle des Säuglings nimmt allmälig ab und geht im zwölften bis funfzehnten Jahre nicht selten in Magerkeit über.

Der Körper bedarf noch viel Schlaf, im zweiten Lebensjahre 12 Stunden und mehr, ja selbst gegen das Ende der Kindheit noch 8—9 Stunden. Das Wachsthum ist noch immer sehr beträchtlich, die Körperlänge vermehrt sich jährlich um 2—3 Zoll, und Knochenbrüche oder Wunden heilen sehr schnell. Die Zahl der Pulsschläge beträgt im zweiten Lebensjahre gegen 110, im siebenten gegen 90 in der Minute. Die Empfindungen werden lebhafter, die Bewegungen kräftiger und geregelter. Zu Anfange des zweiten Jahres lernt das Kind gehen und artikulirte Laute bilden, im vierten bis fünften Jahre ist es seiner Glieder und seiner Stimme so ziemlich Meister. Unter den eigenthümlichen Krankheiten bemerkt man zuerst die Zahnbeschwerden. Der starke Blutandrang nach dem Kopfe, welchen theils die Entwickelung der Zähne, theils das rasche Wachsen des Hirns mit sich bringt, wird Ursache entzündlicher Hirnkrankheiten und häufiger Todesfälle. Später entwickeln sich leicht die skrophulösen Krankheiten,

und zwischen dem sechsten und zwölften Jahre gewöhnlich Masern und Scharlach. Die Sterblichkeit ist auch in dieser Lebensperiode groß, namentlich im Anfange; das Verhältniß der jährlich Sterbenden zu den Lebenden stellt sich im zweiten Jahre wie 1 : 9, im dritten wie 1 : 10—16, im fünften wie 1 : 30—40, im vierzehnten wie 1 : 100 und darüber.

§. 44. Das Jugendalter beginnt mit vermehrter Entwickelung der Geschlechtstheile, bei den Knaben zwischen dem vierzehnten und siebzehnten, bei den Mädchen zwischen dem zwölften und funfzehnten Jahre. Die äußern Geschlechtstheile gewinnen an Größe, der Haarwuchs an ihnen wird merkbar, und allmälig beginnen ihre Funktionen mit dem monatlichen Blutfluß und mit der Samenabsonderung. Gleichzeitig beginnt bei dem Mädchen die Brust zu schwellen und bei dem Jüngling der Bart zu sprossen. Auch verändert sich die Stimme, verliert den kindischen Laut und wird beim männlichen Geschlecht tiefer.

Das Wachsthum geht noch eine Zeit lang kräftig fort, wird dann langsamer, und gegen das Ende der Jugendperiode erreicht der Körper seine größte Länge. Gleichwohl hört das Wachsthum nicht völlig auf, sondern der sehr schlanke Körper entwickelt sich nun in die Breite, das Eckige verliert sich und weicht einer mäßigen Fülle.

Alle Organe erreichen nun allmälig ihre höchste Vollkommenheit. Das Skelet vollendet den Proceß der Verknöcherung, die noch fehlenden 8 Backzähne erscheinen, die letzten aber zuweilen erst im vier und zwanzigsten Jahre.

Die der Jugend eigenthümlichen Krankheiten sind meistens Folgen der Vollblütigkeit. Häufig sind Brustleiden, welche eine Disposition zur Schwindsucht zurücklassen, desgleichen hysterische Beschwerden bei den Mädchen, wenn die Ausbildung der Geschlechtsfunktionen in Unordnung kommt. Die Sterblichkeit ist nicht mehr so beträchtlich als in der Kindheit, jedoch größer als in der folgenden Periode.

§. 45. Das reife Alter beginnt mit vollendeter Geschlechtsreife, bei den Mädchen um das zwanzigste, bei den Männern um das fünf und zwanzigste Jahr, zu welcher Zeit der Organismus fähig ist ohne Nachtheil der eigenen Entwickelung sich fortzupflanzen. Der Körper hat jetzt einen hohen Grad von Festigkeit und Ausdauer.

Er bedarf wenig Schlaf und erträgt Hunger, Durst, Strapazen und ungünstiges Klima am leichtesten. So steht der Mensch ein Jahrzehend und länger auf dem Gipfel seiner physischen Entwickelung, und selbst nach dieser Zeit sind die Rückschritte des Organismus durch eine Reihe von Jahren wenig merkbar. Indeß gewinnen die festen Theile vor den flüssigen ein ungebührliches Uebergewicht, das Weiche erhartet, und die Gelenkigkeit der Jugend beginnt der Steifheit Platz zu machen. Gegen das Ende der Periode beginnt auch die Muskelkraft beträchtlich zu sinken, die Reaktion gegen äußere Kälte wird mangelhaft, und zuletzt verschwindet die Zeugungsfähigkeit, bei Männern zwischen dem fünf und funfzigsten und sechzigsten Jahre, bei Frauen 10 Jahre früher.

Unter den organischen Processen der vierten Lebensperiode sind die der Zeugung die charakteristischsten. Die Bestimmung zum Zeugen ist nicht nur durch die Befähigung, sondern auch durch den Trieb angedeutet, der im gereiften Alter bei wohlorganisirten Körpern nicht leicht fehlen wird. Die Nichtbefriedigung des Triebes ist dem Manne wenigstens in so fern nachtheilig, als sie das Gemüth in eine unnatürliche Spannung bringt; bei dem weiblichen Geschlechte dagegen pflegt sie auch körperliche Beschwerden mit sich zu bringen, so daß Unordnungen in der Menstruation, Bleichsucht, Schleimflüsse, Melancholie unter ehelosen Frauen häufiger als unter verheiratheten vorkommen. Daß Krankheiten der Art nicht immer vom Gemüthe ausgehen, beweisen die Thiere, von welchen viele in Krankheiten verfallen und selbst sterben, wenn sie von den Geschlechtsverrichtungen abgehalten werden.

§. 46. Im Greisenalter fängt der Körper an zu schwinden. Indem vorzugsweise die flüssigen Theile und das Fett sich aufzehren, entsteht eine gewisse Trockenheit des Körpers, die Haut fällt zusammen und wird faltig, die Knochen bilden vorspringende Ecken, die Muskeln werden dünner und die Gelenke steifer. Am auffallendsten ist das Schwinden in den peripherischen Theilen, die Haare werden dünn und grau, ein Theil der Haargefäße scheint zu verwachsen, die Nerven werden dünner und verschwinden in ihren letzten Verzweigungen. Auch die Zähne fallen aus, nicht blos in Folge von Krankheit, sondern weil die sie ernährenden Gefäße absterben. Diese Rück-

schritte des Organismus deuten auf Schwächung der Lebenskräfte. Mit Abnahme der Muskelkraft wird der Gang langsam und unsicher, die Stimme zitternd, der Herzschlag seltner, die Ausleerungen träger. Die Zahl der Pulsschläge sinkt auf 60, in einzelnen Fällen auf 50. Hiermit im Zusammenhang ist die verminderte Lebenswärme. Die Blutbildung geht langsam vor sich, daher große Blutverluste leicht lebensgefährlich werden. Die Empfänglichkeit für die gewöhnlichen Reize ist abgestumpft, daher der Greis einer Anregung durch spirituöse Getränke zum Wohlsein bedarf; allein in Masse erträgt er sie weniger, als der kräftige Mann, weil sein Reaktionsvermögen auf Reize geschwächt ist. Daher ist auch das hohe Alter nicht geeignet, Strapazen zu ertragen. Die Sinne werden stumpf. Zuerst verliert das Auge die Fähigkeit, in verschiedenen Entfernungen gleich deutlich zu sehen, und bedarf zur Unterscheidung naher Gegenstände konvexer Brillengläser. Später ist nur sehr helles Licht fähig, das Auge hinreichend zu reizen und deutliches Sehen möglich zu machen. Der Beeinträchtigung des Gesichts folgt gemeinhin Schwerhörigkeit und zuletzt auch Abstumpfung des Gefühls, bisweilen in dem Grade, daß Greise sich gefährlich verletzen, ohne es wahrzunehmen. Geruch und Geschmack erhalten sich am längsten. Der Schlaf überwältigt den Greis oft, ist aber leise und dauert nur kurze Zeit, woher die Klagen über schlaflose Nächte.

Das Greisenalter tritt in Folge unsrer unnatürlichen Lebensweise gewöhnlich viel zu früh ein und ist von einer Menge Beschwerden begleitet, die keineswegs im Plane der Natur liegen. Um das Bild des Greisenalters rein aufzufassen, muß man auf gesunde Greise blicken, wie Thomas Parre war, der bis in das 130ste Jahr den Landbau betrieb, bis in das 140ste die Geschlechtsfunktionen ausübte, und als er im 152sten Jahre starb, einen Körper zeigte, an welchem weder Verknöcherungen, noch sonstige Abnormitäten wahrgenommen wurden.

Menschenrassen.

§. 47. Die Menschen unterscheiden sich durch Farbe, Größe, Gestalt und geistiges Entwickelungsvermögen außerordentlich. Vergleicht man einen Neger mit einem wohlgebildeten Europäer, so scheint auf den ersten Anblick eine Vermittelung zwischen solchen Extre-

men unmöglich. Gleichwohl finden sich bei sorgfältiger Betrachtung der verschiedenen Völkerstämme so feine Uebergänge der verschiedenen Bildungen in einander, daß bis jetzt die Naturforscher noch nicht im Stande gewesen sind, sich über die Begrenzung der Menschenrassen zu verständigen. Blumenbach unterscheidet 5 Rassen: 1) Die kaukasische Rasse, ausgezeichnet durch weiße Hautfarbe, ovale, wohlgebildete Schädelform, vorzügliche geistige Anlagen, bewohnt Europa, Westasien und Nordafrika. 2) Die mongolische Rasse, von schmutzig gelber Farbe und wenigem, straffem, schwarzem Haar, vorspringenden Backenknochen und nur halb offnen Augen, umfaßt alle Asiaten, mit Ausnahme der Kaukasier und Malaien. In Europa werden die Finnen und Lappen hierher gerechnet. 3) Die äthiopische Rasse, zeigt schwarze Haut, schwarzes, wolliges Haar, einen von den Seiten zusammengedrückten Schädel, thierisch vorspringende Kiefer, stumpfe Nase, wulstige Lippen und geringe geistige Anlagen. Fast ganz Afrika, mit Ausnahme des Nordens, wird von Aethiopiern bewohnt. 4) Die malaiische Rasse, braune Hautfarbe, dichtes, weiches, schwarzes Haar, etwas vorspringende Kiefer, großer Mund, breite Nase. Hierher gehören die eigentlichen Malaien und die Südsee-Insulaner. 5) Die amerikanische Rasse, braune Haut, schwarzes, schlichtes Haar, vorspringende Backenknochen, schief zurücklaufende Stirn. Mit Ausnahme der Eskimos, welche zu den Mongolen gehören, werden alle Amerikaner hierher gerechnet.

Cuvier hat nur 3 Rassen angenommen, indem er die malaiische und amerikanische wohl mit Recht als Uebergänge der kaukasischen zur äthiopischen und mongolischen betrachtet. Ganz ungehöriger Weise hat Desmoulins 16, Bory St. Vincent 15 Menschenrassen aufgestellt, denn die ohnehin unsichern Abgrenzungen zwischen den Menschenrassen gewähren nur in den Extremen der Bildung einigen Halt und verschwimmen, je mehr man abtheilt, in's Nebelhafte.

In der That, wenn man die Kennzeichen, welche zur Abscheidung der Rassen benutzt werden, näher prüft und mit Bezugnahme auf dieselben alle einzelnen Völkerstämme durchgeht, so verfließen selbst die Extreme der Bildung in unmerklichen Schattirungen. So geht das tiefste Schwarz der Haut durch eine Zumischung von

Roth oder von Gelb allmälig in das Rothbraune oder Gelbbraune und Gelbe über, und von diesen Farben bis zum Weiß des Europäers giebt es wieder zahllose Uebergänge. Der Uebergang in das Rothbraune z. B. beginnt bei den Italienern, Spaniern und Portugiesen, bildet sich fort in den Mauren und Arabern, worauf dann die malaiischen Völkerschaften folgen, deren Farbe nach Blumenbach zwischen dem Ansehn des hellsten Mahagonis bis zum dunkelsten Nelkenbraun variirt. Den Schluß bilden dann die verschiedenen afrikanischen Stämme, deren Haut vom Schwarzbraun bis zur Schwärze des Ebenholzes verschiedene Stufen zeigt. Ebenso unmerklich verschmelzen die in ihren Extremen so verschiedenen Schädelformen, überhaupt alle Bildungsverschiedenheiten, welche die als Rassen aufgestellten Menschengruppen unterscheiden. Die Eintheilung in Rassen ist daher nicht sowohl in der Natur der Dinge, als in dem Bedürfniß wissenschaftlicher Verständigung begründet. Noch viel weniger aber, als von natürlich getrennten Rassen, kann von natürlich getrennten Species die Rede sein. Die Verschiedenheiten der Menschen unter einander sind nicht größer als die, welche in einer Species von Thieren als Spielarten vorkommen, und vor Allem gehen die Differenzen, wie schon bemerkt wurde, viel zu unmerklich in einander über, um eine Trennung in Species irgend zu rechtfertigen. Der anatomische Bau des Körpers ist im Wesentlichen bei allen Menschen gleich, die Lebensfunktionen zeigen denselben Gang, die Rassen vermischen sich und zeugen fruchtbare Kinder, und der Keim für das Gute, Wahre und Schöne liegt in der Seele Aller. Die Verschiedenheit des einen Stammes vom andern ist so gering, daß der Einfluß von Klima, Nahrung, Sitte und andern Aeußerlichkeiten die Umwandlung einer Eigenthümlichkeit in die andre recht wohl erklären kann. Giebt man aber so viel zu, so muß auch die Umbildungsfähigkeit der einen Rasse in die andre zugegeben werden, um so mehr, da für die Umbildung eine Zeit von Jahrtausenden gestattet war.

Zweites Buch.

Von den Lebensverrichtungen im Allgemeinen.

Erster Abschnitt.

Wärme, Elektricität, Licht, Endosmose.

§. 48. Bevor wir die Untersuchung der Lebensverrichtungen selbst beginnen, ist es nothwendig, gewisse Erscheinungen in's Auge zu fassen, welche zwar in physikalischen Kräften ihre nächsten Ursachen haben, andrerseits aber doch von der Lebenskraft abhängig und durch diese vielfältig modificirt erscheinen. Hierher gehört vor Allem die Lebenswärme.

Die Wärme der leblosen Körper ist dem Grade nach von der Wärme ihrer Umgebungen abhängig, also im Allgemeinen von der Temperatur der Luft. Bei dem Menschen ist dies anders, und vielleicht besitzen alle organische Körper das Vermögen, zum Zweck der Selbsterhaltung eine Wärme zu erzeugen, welche bis auf einen gewissen Punkt von der Außenwelt unabhängig ist.

Bei den Pflanzen ist ein solches Vermögen noch nicht nachgewiesen. Zwar bleiben Pflanzensäfte bei Kältegraden flüssig, welche Wasser in Eis verwandeln, allein das Queckſilber theilt diese Eigenthümlichkeit. Bei allen Thieren aber beweist der Thermometer, daß ihre Temperatur von der des Elementes, in welchem sie leben, verschieden ist. Bei den kaltblütigen wechselt zwar die Körperwärme nach Maßgabe der äußern Temperatur beträchtlich, indeß ist sie doch fast immer um einige Grade höher, oder bei Amphibien nach Befinden tiefer, wenn nämlich die Sommerhitze einen sehr hohen Grad erreicht hat. Bei den warmblütigen Thieren dagegen ist die Körperwärme ungemein beständig. Beim Menschen zeigt das Thermometer unter allen äußern Umständen eine Wärme von 29 bis 30° R., abgesehen jedoch von der Oberhaut, welche der Lebenswärme entbehrt. Sommerhitze und Winterkälte ändern an dieser Erscheinung äußerst wenig,

und nur organische Ursachen vermögen die Temperatur unsers Körpers umzustimmen, wie in einigen Fiebern die Wärme bis 33° steigen, und in der asiatischen Cholera bis 21° fallen kann. Auch hat man bei den Vögeln eine Vermehrung der Körperwärme zur Zeit des Brütens wahrgenommen.

Wir besitzen also einerseits die Fähigkeit, Wärme zu erzeugen, andrerseits das Vermögen, Wärme abzuhalten, oder, nach dem Ausdruck der Physiker, zu binden. Durch jene schützt sich der Körper gegen Kälte, durch dieses gegen Hitze. Natürlich haben diese Fähigkeiten ihre Grenzen, allein gerade beim Menschen sind sie weit genug gesteckt, und unser Geschlecht ist vor allen andern befähigt, unter den verschiedensten Klimaten auszudauern. Uebrigens ertrug Blagden eine trockene Hitze von 101° R. (also $\frac{1}{5}$ heißer als kochendes Wasser) 7 Minuten lang, und Parry mußte 5 Monate auf der Melville-Insel eine Kälte aushalten, welche Queckſilber gefrieren macht (—32° R.). Freilich können Temperaturen der Art nur selten ohne Nachtheil ertragen werden, vielmehr sind schon geringere Grade von Hitze und Kälte hinreichend, den Körper zu erschöpfen. Unterliegt die Lebenskraft im Kampfe gegen die äußere Temperatur, so muß es in vieler Hinsicht gleich sein, ob Hitze oder Kälte die zerstörende Macht ist. In der That zeigt sich zwischen den Einwirkungen beider eine große Aehnlichkeit, und im höchsten Grade erregt Kälte Schmerz, Entzündung, Brand und Tod, so gut als Hitze. Indeß wirkt die Kälte auf den Organismus auch durch Entziehung eines der wichtigsten Lebensreize, nämlich des Wärmestoffs, und verursacht also Erscheinungen eigenthümlicher Art. So bedingt sie den Winterschlaf der Thiere, wo ungemeine Langsamkeit des Pulses, beinahe gänzliches Aufhören des Athmens, und höchste Unempfindlichkeit nur noch Spuren eines Lebens erkennen lassen, welches ohne den Reiz der Wärme nicht kräftig bestehen kann. Auf ähnliche Weise entsteht bei Menschen der Scheintod Erfrorener. Nicht minder erregt die Hitze, durch ihre zersetzende Kraft, ganz eigenthümliche Erscheinungen.

§. 49. Die hauptsächlichste Quelle der thierischen Wärme ist offenbar das Blut, denn die blutlosen Theile, Haare, Nägel, Oberhaut, haben keine eigenthümliche Wärme; nach starken Blutentziehungen bemerkte man ein Sinken der Temperatur, und die

vermehrte Hitze entzündeter Glieder ist mit stärkerem Blutandrange verbunden. Schwerer ist zu entscheiden, auf welche Weise die Wärme im Blute entstehe. Viele Erscheinungen sprechen dafür, daß das Athmen die Ursache der Wärme sei. In der blauen Krankheit, in welcher durch einen fehlerhaften Bau des Herzens die Wirkung des Athmens geschwächt wird, pflegt die Temperatur niedriger zu sein. Im Winterschlaf der Thiere, wo die Respiration fast ganz aufhört, sinkt die Körperwärme beträchtlich. Die warmblütigen Thiere haben ungleich vollkommnere Respirationswerkzeuge, als die kaltblütigen. Dazu kommt endlich, daß eine große Aehnlichkeit zwischen dem Proceß des Verbrennens und des Athmens besteht. Beim Einathmen wird ein gewisses Maß Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft verbraucht und ein gleich großes Maß kohlensaures Gas wird ausgehaucht. Dasselbe geschieht, wenn Kohle verbrennt, und es liegt daher die Annahme ziemlich nah, der Kohlenstoff des Blutes verbinde sich mit dem eingeathmeten Sauerstoffe zu Kohlensäure und entwickle bei dieser Verbrennung Wärme. Unter allen Theorieen der thierischen Wärme zählt die genannte unstreitig die meisten Anhänger, obschon auch sie nicht wenige Einwürfe zuläßt. In der That verbrennt Kohlenstoff mit Sauerstoff nur unter den beträchtlichsten Hitzegraden, welche im Körper nicht vorkommen, und die erwähnte Hypothese läßt sich nur retten, wenn man annimmt, daß unter dem Einflusse der Lebenskraft dies anders sei. Ferner verglichen Dulong und Despretz die Quantität Wärme, welche ein Thier in gegebener Zeit ausströmt, mit der, welche entstanden sein müßte, wenn das ausgeathmete kohlensaure Gas durch eine Verbrennung entstanden wäre, und fanden, daß namentlich pflanzenfressende Thiere weit mehr Wärme ausstrahlen, als durch die Kohlensäure-Bildung möglicher Weise entstehen konnte. Aus der Ader gelassenes Blut verbindet sich allerdings mit dem Sauerstoffe der Luft, es entwickelt sich dabei auch Kohlensäure, aber keine Wärme. Dazu kommt endlich, daß zufolge der Verbrennungstheorie der Grad der thierischen Wärme stets in umgekehrtem Verhältnisse zu der Menge des ausgeathmeten Sauerstoffs stehen müßte, was erfahrungsmäßig nicht stattfindet.

Crawford meinte, das Arterienblut habe eine größere Wärmecapacität als das Venenblut, und indem es in den venösen

Zustand übergehe, entbinde es Wärme. Treviranus glaubt, daß durch das specifisch schwerere Venenblut eine Verdichtung des Arterienblutes, und somit Wärmeentbindung bedingt werde. Pouillet hat darauf aufmerksam gemacht, daß trockne organische Substanzen, wenn sie befeuchtet werden, Wärme entbinden.

Wenn sich aus dem Gesagten ergiebt, daß die letzte Quelle der thierischen Wärme sehr streitig ist, so ergiebt sich auch andrerseits, daß man diese Quelle nicht in einem einzelnen organischen Processe suchen darf. So hat die Verdauung der Nahrungsmittel auf Wärmebildung unstreitig Einfluß, und durch körperliche Bewegung werden wir wärmer, wie es scheint auch ohne Beschleunigung des Athmens.

Bei dem Einfluß des Nervensystems auf alle organische Verrichtungen ist nicht zu zweifeln, daß auch die Wärmebildung von ihm abhängig sei. Indeß ist wenig wahrscheinlich, daß die Nerven (etwa durch elektrische Entladungen) unmittelbar Wärme erzeugen sollten. Brodie glaubte, dieß auf dem Wege des Versuchs beweisen zu können. Es gelang ihm, bei einem geköpften Kaninchen durch Einblasen von Luft das Athmen künstlich fortzusetzen, dagegen gelang es ihm nicht, die Temperatur des Thieres auf ihrer ursprünglichen Höhe zu erhalten. Dieser Versuch beweist keinesweges einen unmittelbaren Einfluß des Gehirns auf Wärmebildung, sondern zeigt nur, daß die Lebensverrichtungen, welche an der Wärmebildung Theil haben, nach Zerstörung des Gehirns außer Wirksamkeit kommen.

Noch ist die Frage übrig, wie der Körper sich gegen äußere Hitze schütze. Mit Recht macht Franklin auf die Transspiration aufmerksam, bei welcher, wie bei jeder Verflüchtigung eines Körpers, Wärme gebunden, also Kälte erzeugt wird. Daß aber gerade so viel transspirirt wird, als nöthig ist, um den jedesmaligen Ueberschuß an Wärme zu binden, kann nur durch die Lebenskraft vermittelt werden. Vielleicht tritt auch gleichzeitig mit dem plus der äußern Wärme ein minus an innerer Wärmeentwickelung ein.

§. 50. Da man weiß, daß Druck, Reibung, Wärme, chemische Processe und überhaupt fast alle Veränderungen der Materie im Stande sind, Elektricität frei zu machen, so kann über das Vorkommen elektrischer Kräfte im Organismus

kaum ein Zweifel sein. Man hat aus abwechselnden Schichten von Fleisch und Nerv galvanische Säulen errichtet, welche die eigenthümlichen Wirkungen solcher Apparate auf das deutlichste hervorbrachten. So erregten sie bei Schließung der Kette in den Muskeln von Fröschen die Zuckungen, welche bekanntlich durch den Galvanismus hervorgerufen werden. Wichtiger noch ist die Erfahrung, daß der Hüftnerv eines lebenden Frosches, wenn er frei präparirt, an einer Seite durchschnitten, und endlich mit der Wundfläche an einen Muskel gebracht wird, Zuckungen in diesem Muskel zum Vorschein bringt. Es beweist nämlich diese Erscheinung, daß auch während des Lebens Muskel und Nerv in elektrischem Gegensatz stehen, und unter Umständen Entladungen hervorrufen können.

Weder die genannten Erscheinungen, noch Pfaff's Entdekkung, daß der Condensator in jedem Menschen freie Elektricität nachweise, reichen hin, zu beweisen, daß einzelne Lebensfunktionen, wie namentlich die Muskel-Bewegung, von elektrischen Kräften abhängen. Die durch den Galvanismus erzeugten Zuckungen sind von den weichen Bewegungen der Willkühr sehr auffallend verschieden. Aber mehr nicht als Träumereien waren es, wenn man die Lebensverrichtungen im Ganzen aus elektrischen Wirkungen ableitete. Denn nicht nur fehlt es hier an genügenden Erfahrungen, sondern oft erscheint auch die Elektricität mehr ein Produkt der Lebensverrichtungen, als ihre Quelle, und zwar ein Produkt, welches unter Einwirkung der Lebenskraft dermaßen motivirt worden ist, daß ein zweideutiges Wesen zum Vorschein kommt.

Am auffallendsten beweisen dies die elektrischen Fische, welche Erscheinungen hervorbringen, die einerseits den elektrischen ganz ähnlich sind, während sie andrerseits sich auf die bekannten Gesetze der Elektricität durchaus nicht zurückführen lassen. *)

---

*) Beim Zitterrochen liegen die elektrischen Organe zu beiden Seiten des Rückgrats. Sie bestehen aus neben einander gestellten, eckigen und hohlen Cylindern, deren jeder nach innen eine Menge Querplatten zeigt, und mit einer gallertartigen Flüssigkeit gefüllt ist. Schneidet man die starken Nerven, die zu diesem Organe gehen, durch, so kann der Fisch keine Schläge mehr ertheilen, obschon er eine Zeit lang noch fortlebt.

Jene Fische ertheilen Schläge, dem Gefühl nach den elektrischen vollkommen ähnlich, die Schläge lassen sich, wenigstens beim Zitteraal, durch eine metallne Kette weiter leiten, und mehrere Beobachter sahen bei den Entladungen deutliche Funken. Allein den Erwartungen des Physikers entgegen erfolgt die Entladung nur auf den Willen des Thieres, und nie wirkt der Schlag auf den Elektrometer.

§. 51. Auch Licht wird in organischen Körpern erzeugt, obschon nicht im menschlichen. Bei den Pflanzen sind die Beispiele ziemlich selten, bei den Thieren häufig, jedoch nur unter den niedern Klassen. Wie viele Thiere der Lichtentwikkelung fähig sein müssen, ergiebt sich am besten daraus, daß, nach der Versicherung guter Beobachter, das so oft beschriebene Leuchten der See nur von den lebenden Bewohnern derselben herrührt.

Der Grund des Leuchtens scheint die Absonderung eines phosphorartigen Stoffs zu sein, welcher in der Luft sich entzündet und langsam fortbrennt. In der That wird das Leuchten durch Gegenwart von Luft bedingt. Im Sauerstoffgas soll es wachsen, eben so unter dem Einfluß der Wärme und thierischen Bewegung. Getödtete Käfer leuchten noch einige Zeit lang fort, wahrscheinlich so lange, bis der abgesonderte Stoff verbrannt ist.

Unter den warmblütigen Thieren sind Beispiele von Leuchten nicht bekannt, indem das Glänzen mancher Augen im Finstern bei vollständiger Dunkelheit aufhört, und nicht mehr ist, als Reflectiren eines einfallenden Lichtes.

§. 52. Endosmose nennt man eine eigenthümliche Durchdringlichkeit thierischer Häute, welche, ohne Poren erkennen zu lassen, für Gasarten und tropfbare Flüssigkeiten, nebst allen in ihnen aufgelösten Stoffen, durchdringlich sind. Diese Endosmose kommt zum Vorschein, wenn man Luftarten oder Flüssigkeiten durch eine feuchte thierische Haut trennt, wo dann ein Stoffwechsel zwischen den getrennten Flüssigkeiten eintritt.

Wenn man eine Blase mit dunklem Venenblute füllt und in Sauerstoffgas aufhängt, so nimmt das Blut binnen Kurzem die hochrothe Farbe des Schlagaderblutes an, indem es durch

die Blasenwände hindurch Sauerstoffgas aufnimmt und Kohlensäure ausstößt. Schon diese Erscheinung deutet darauf hin, daß bei den Erscheinungen der Endosmose chemische Verwandtschaften in's Spiel kommen. Versuche mit tropfbaren Flüssigkeiten machen dies noch anschaulicher. Wenn man ein Stückchen zartes Gedärm mit einer Flüssigkeit erfüllt und zubindet, und dann dieses Darmstück in eine zweite Flüssigkeit von anderer Mischung legt, so beginnen die Flüssigkeiten alsbald einen Austausch von Stoffen, aber in gewissen Fällen wird das Darmstück bei diesem Austausch leichter, in andern schwerer und schwillt sogar bis zum Platzen. Unter gewissen Umständen ist also die Stoffbewegung von außen nach innen (Endosmose), unter andern der Uebergang von innen nach außen (Exosmose) überwiegend. Man hat gefunden, daß die dünnere Flüssigkeit bei dem Stoffwechsel mehr abgiebt als die dichtere, umgekehrt die dichtere mehr annimmt als die dünnere. Milch z. B. ist durch die Auflösungen von Milchzucker, Salzen und Käsestoff dichter als Wasser, daher ein mit Milch gefüllter Darm, wenn er in Wasser gelegt wird, anschwillt und zuletzt platzt.

Dutrochet fand, daß auch ganz leere Därme, welche in Flüssigkeiten gelegt werden, einen Theil derselben aufsaugen. Ist diese Erfahrung richtig, so würde sie beweisen, daß die Erscheinungen der Endosmose nicht blos von wechselseitiger Anziehung verschiedenartiger Flüssigkeiten abhängen. Indeß scheint es überflüssig mit Dutrochet anzunehmen, daß thierische Kanäle eine eigenthümliche Neigung sich zu füllen besäßen. Die Erscheinung, daß ein leerer Darm, welcher in Wasser gelegt wird, einen kleinen Theil von diesem aufsaugt, kann durch physikalische Kräfte erläutert werden. Flüssigkeiten streben sich in's Gleichgewicht zu setzen, und dringen daher in leere Räume, wenn die Herstellung des Gleichgewichts dies erfordert, und wenn sie mit diesen Räumen durch Oeffnungen zusammenhängen. Die Gegenwart solcher Oeffnungen oder äußerst kleiner Poren sind wir berechtigt anzunehmen, obschon wir sie nicht sehen. Die Unsichtbarkeit dieser Poren hat nichts auffallendes, und man braucht nicht einmal anzunehmen, daß sie kleiner sind, als die kleinsten Theile, welche durch Mikroskope noch erkenntlich sind. Wir sehen an der Oberfläche thierischer

Häute allerdings Vertiefungen. Sind diese die Ausmündungen gewundener Kanälchen, so ist es natürlich, daß wir nie durchscheinende Löcher bemerken. Solche Kanälchen aber, nicht durch besondere Wandungen, sondern durch die freien Räume zwischen den feinsten Fäserchen gebildet, können nicht fehlen, weil die Fasern rund sind.

Zweiter Abschnitt.

Von der Reizbarkeit.

§. 53. Noch bezeichnender für den Charakter des Lebens, als Lebenswärme, Elektricität, Licht und Endosmose, sind die Erscheinungen der Reizbarkeit. *) Man bezeichnet mit diesem Worte das Vermögen lebender Körper, sich durch äußere Einwirkungen zu organischen, d. h. den Zwecken des Organismus entsprechenden, Thätigkeiten bestimmen zu lassen. Das Einwirkende nennen wir den Reiz, die Summe von Erscheinungen, welche als Folge des Reizes auftreten, Reizung oder Erregung.

Die allgemeinen Erscheinungen der Reizbarkeit lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Der Reiz verhält sich zu dem Gereizten stets wie ein Aeußeres. Die Erfahrung lehrt, daß in ein und demselben Organismus die verschiedenen Organe sich gegenseitig reizen können, aber nie trägt ein Organ die Veranlassung seiner Erregung in sich selbst.

2. Ein Reiz bedarf eine gewisse Zeit, um Erregung hervorzubringen. Wir sehen eine Flintenkugel nicht, weil der von ihr ausgehende Lichtreiz zu schnell vorübergeht.

3. Die Erregung des Organs dauert fort, auch wenn der Reiz nicht mehr einwirkt. Dreht man eine feurige Kohle schnell im Kreise, so wird ein feuriger Kreis gesehen, was sich

*) Früher war Reizbarkeit und Irritabilität gleichbedeutend. Jetzt bezeichnet man mit dem Worte Irritabilität nur die Reizbarkeit der Muskeln, und benutzt das lateinische Wort incitabilitas als gleichbedeutend mit Reizbarkeit im Allgemeinen.

nur dadurch erklären läßt, daß jede vom Licht gerührte Stelle der Netzhaut so lange in ihrer Erregung verharrt, bis der Reiz wiederkehrt.

4. Die Stärke der Erregung ist das gemeinsame Produkt des Reizes und der Reizbarkeit, und entzieht sich, insofern letztere von unbekannten organischen Verhältnissen abhängt, der Berechnung. In einem nervösen Mädchen kann ein höchst unbedeutender Reiz die heftigsten Krämpfe veranlassen.

5. Zu heftige Reize erschöpfen die Erregbarkeit, oder vernichten sie sogar. Artilleristen werden oft schwerhörig, und die Elektricität, welche im geringen Maße die Lebensthätigkeiten aufregt, tödtet im Blitzschlag.

6. Anhaltender Mangel an Reizen schwächt die Erregbarkeit ebenfalls, daher Menschen, welche immer nur nahe Gegenstände vor Augen haben, zuletzt die Fähigkeit verlieren, entfernte deutlich zu erkennen.

7. Ist die Reizbarkeit durch Uebermaß von Reizen geschwächt, so wird sie durch Ruhe wieder hergestellt. Eine passende Abwechselung von Reiz und Ruhe stärkt die Erregbarkeit, und ist das, was wir unter Uebung der Kräfte verstehen.

8. Ein Reiz, der auf ein Organ ausgeübt wird, pflanzt sich fort auf andre Organe, indem das ursprünglich gereizte Organ wieder Reizmittel eines zweiten, ursprünglich nicht gereizten wird. Diese Wirkungsweise der Reizbarkeit wird Sympathie genannt. Das Niesen nach heftigem Lichtreiz dient als Beispiel.

9. Erregungen, welche oft in einer bestimmten Verbindung, sei es gleichzeitig oder in der Zeitfolge nach einander, geschehen, gewöhnen sich an diese Verbindung, und es bedarf nachmals nur eines einleitenden Reizes, um eine ganze Gruppe organischer Thätigkeiten in's Spiel zu bringen. Ein Beispiel bietet der Gang. Der bloße Wille zu gehen genügt, um alle die Muskeln in passende Bewegung zu setzen, die hier theils gleichzeitig, theils nach einander in Wirksamkeit kommen. Diese Association der Reize macht die Erlangung von Kunstfertigkeiten möglich, bei welchen, wie im Klavierspiel, die Be-

wegungen sich so schnell und mannigfaltig kombiniren, daß nicht jede im Einzelnen vom Bewußtsein ausgehen kann.

§. 54. Es ist sehr schwer, sich von dem Wesen der Reizbarkeit eine klare Vorstellung zu machen, und vielleicht unmöglich, genau anzugeben, in wie weit ihre Erscheinungen sich durch physikalische Kräfte erklären, oder die Mitwirkung von Lebenskräften voraussetzen lassen.

Wenn ein unorganischer Körper gewissen äußern Einwirkungen ausgesetzt wird, so gehen materielle Veränderungen in ihm vor, welche unter geeigneten Umständen zur Erscheinung kommen. Diese Erscheinungen sind das gemeinsame Produkt der influenzirten Materie und der äußern Einwirkung, wie der Umstand beweist, daß unter gleichen äußern Einflüssen verschiedene Körper verschiedene Erscheinungen darbieten, indem z. B. derselbe Wärmegrad den einen Körper zum Glühen, einen zweiten zum Schmelzen und einen dritten zur Verflüchtigung bringt.

In so weit die Erscheinungen der Reizbarkeit durch eben solche Vorgänge sich erklären lassen, ist es nicht nur unnöthig, sondern auch unstatthaft, die Lebenskraft in's Spiel zu ziehen. Es kann nun zuvörderst bei den Lebensreizen kein Zweifel sein, daß sie unsern Körper materiell verändern. Luft, Wärme, Wasser, Licht und Nahrungsmittel, an welche unsere Existenz gebunden ist, bringen, zum Theil nachweisliche, Veränderungen im Körper hervor, insgemein dadurch, daß Reizmittel und Organ in Stoffwechsel treten. So giebt die eingeathmete Luft dem Blute Sauerstoff ab und entzieht ihm Kohlensäure, das materiell veränderte Blut besitzt als neuer Körper neue Eigenschaften, es ist röther und wärmer, und eben dieses Auftreten neuer Eigenschaften ist bereits Lebenserscheinung. Auch das Licht, welches wir geneigt sind als ein unkörperliches zu denken, veranlaßt materielle Veränderungen in leblosen und lebenden Körpern. Unter dem Einfluß des Lichtes wird salpetersaures Silber schwarz und Pflanzen werden grün, letztere im Zusammenhang mit Sauerstoffentbindung, welche die Mischungsverhältnisse der Blätter umändert. Die Erfahrung lehrt, daß Reize auch dann Mischungsveränderungen in den Organen hervorbringen, wo diese von vorn herein nicht zu erwarten standen. Muskeln z. B., welche vor dem Tode übermäßig

gereizt worden sind, faulen schneller als nicht gereizte. Allerdings giebt es auch Fälle genug, wo Erregungen ohne nachweisliche Veränderungen im Organismus eintreten, allein die Analogie erlaubt, sie auch hier vorauszusetzen.

§. 55. Da nun jede Lebensthätigkeit die Folge eines Reizes ist, so entsteht die wichtige Frage: ist das Leben überhaupt nichts anderes, als das Phänomen, welches durch den Konflikt der organischen Materie mit der elementarischen, die wir Lebensreiz nennen, nach physikalischen Gesetzen gefordert wird — oder ist das Leben zwar abhängig von den Lebensreizen in Bezug auf sein Erscheinen überhaupt, aber andrerseits doch unabhängig in Bezug auf die Natur der Erscheinung?

Der Organismus wirkt allerdings nie ohne Reiz, aber daß die wirkende Kraft in aller ihrer Eigenthümlichkeit schon in ihm vorgebildet war, und nur der Erweckung bedurfte, um fertig hervorzutreten, beweist der Umstand, daß die verschiedenartigsten Reize oft ganz gleichartige Phänomene hervorbringen. Sowohl heftige Hitze als heftige Kälte kann den Proceß der Entzündung veranlassen. Hieraus müssen wir schließen, daß die Entzündung noch etwas anderes ist, als ein Phänomen, welches aus dem Mischungsverhältniß des Wärmestoffes mit der organischen Materie hervorgeht. Der Wärmestoff verhält sich zum entzündeten Gliede nicht wie zu einem glühenden Eisen, obschon er in jenem wie in diesem materielle Veränderungen hervorbrachte, und in dem einen wie in dem andern Ursache der Röthe und Hitze ist.

Die Thätigkeit der Organe ist in ihrem Wesen begründet, und die äußern Reize bieten nur die Gelegenheitsursache, in Folge welcher die Thätigkeit in's Leben tritt. So ist das Sehen die eingeborne Thätigkeit des Auges, und nicht nur das elementare Licht, sondern auch ein Druck auf das Auge, ein Stoß, eine Entzündung können, obschon weniger vollkommen, die Erscheinungen des Sehens hervorbringen. In diesem Bezuge spricht man von specifischer Reizbarkeit der Organe. Wir finden in der todten Natur keine Erscheinungen, welche denen der specifischen Reizbarkeit passend an die Seite gesetzt werden könnten. Nur die organischen Körper besitzen das Vermögen, im Konflikt mit verschiedenartigen Einwirkungen zwar nicht gleiche, aber doch gleichartige Phänomene hervorzubringen. Betrachten wir jedwedes

Phänomen als ein Ergebniß der Form und Mischung der Körper, so gehen die Erscheinungen der specifischen Reizbarkeit von dem Vermögen der Organe aus, in Berührung und Vermischung mit fremden Stoffen ihre Form und Mischung im Wesentlichen zu erhalten.

Hiermit im Zusammenhange steht eine zweite Eigenthümlichkeit der Reizbarkeit. Durch die ganze Körperwelt, die organische nicht ausgenommen, bedingen Einwirkungen von außen her eine Veränderung in der Materie selbst. Ein Unterschied der beiden Naturreiche zeigt sich aber darin, daß im unorganischen die Veränderung eine konstante ist, im organischen eine flüchtige. Die Form und Mischung, welche ein belebter Körper in Folge äußerer Einwirkung angenommen, verbleibt ihm, bis neue Einwirkungen eine neue Veränderung nach sich ziehen. Das glühende Eisen kühlt nicht darum ab, weil es selbstständig zu seiner ursprünglichen Temperatur zurückkehrt, sondern weil eine neue Einwirkung, die kältere Atmosphäre nämlich, ihm den Ueberschuß an Wärme wieder entzieht. Organische Erregungen dagegen gehen vorüber, und der Grund davon liegt darin, daß der lebende Körper in sich selbst das Vermögen trägt, in den alten Stand zurückzukehren. Allerdings besitzen die unbelebten Körper in der Kraft der Elasticität ein analoges Vermögen, aber die Elasticität beschränkt sich auf Wiederherstellung der Form, und auch hier nur innerhalb beschränkter Grenzen. Die organischen Körper dagegen besitzen das Vermögen, ihre ursprüngliche Beschaffenheit zu erhalten, im auffallendsten Grade, und streben jeden Eindruck von Reizen, welcher ihrer Natur nicht entspricht, sogleich zu verwischen. Am auffallendsten zeigt der organische Körper dieses Vermögen in der Assimilation solcher Stoffe, welche er als unentbehrliche Lebensreize materiell in sich aufnimmt. Luft, Wärme, Wasser, Nahrungsmittel verbinden sich, indem sie die Organe reizen, mit diesen chemisch. Während nun in der todten Natur aus der Verbindung zweier Körper ein neuer, den vorigen ungleicher hervorgeht, so entsteht im Organismus durch Verbindung seiner Materie mit Nahrungsmitteln und andern Stoffen ein Neues zwar, aber dem ursprünglichen Gleiches.

§. 56. Wir haben in dem Vorhergehenden von der specifischen Reizbarkeit gesprochen und gezeigt, daß sie in dem

Vermögen der Organe begründet ist, durch verschiedenartige Reize sich zu gleichartigen Thätigkeiten bestimmen zu lassen. Wäre diese Fähigkeit des Organismus eine absolute, d. h. wären die Thätigkeiten, welche in Folge verschiedener Reize auftreten, nicht nur gleichartig, sondern gleich, so würde der Organismus unzerstörbar sein. Wie es aber eine specifische Reizbarkeit giebt, so giebt es auch specifische Reize, womit wir bezeichnen wollen, daß jedes Reizmittel nach seiner eigenthümlichen Natur eine besonders modificirte Lebensthätigkeit in's Dasein ruft. Wein wirkt anders als Wasser, verderbte Luft anders als reine. Den materiellen Grund dieser Erscheinungen müssen wir in dem Umstande suchen, daß der reizende Stoff, indem er sich mit der organischen Materie bindet, eine neue Materie erzeugt, deren Form und Mischung eine vom Reizmittel überkommene Umstimmung zeigt. Bleibt diese Umstimmung innerhalb gewisser Grenzen, wie dies der Fall ist bei den Nahrungsmitteln, die wir in unsere Säftemasse aufnehmen, so bleibt der organische Charakter unsers Körpers im Allgemeinen erhalten, geht aber die Umstimmung weiter, so kann im äußersten Falle die organische Mischung vernichtet werden, daher ein übermäßiges Reizmittel, z. B. ein Gift, den Tod veranlaßt.

§. 57. Es ergiebt sich aus unserer Darstellung von selbst, daß man in den Erscheinungen der Reizbarkeit ein aktives und ein passives Moment zu unterscheiden hat. Der Organismus verhält sich als ein Leidendes, insofern er gewissen Veränderungen, welche die Reize mit sich bringen, offen steht, er verhält sich als ein Thätiges, insofern er diese Veränderungen in gewissen Grenzen hält. Man hat diese beiden Vermögen auch Receptivität und Reaktion genannt, wogegen nichts einzuwenden ist, so lange man sich vor dem Irrthum hütet, die Reaktion als etwas in der Zeitfolge Späteres zu betrachten. Die passive Umstimmung des Organs, und die aktive Beschränkung dieser Umstimmung müssen nothwendig in denselben Zeitmoment fallen. Erfolgte die Einwirkung der Reize früher, so würde sie Veränderungen im Organismus nach sich ziehen, welche des organischen Charakters entbehrten, und welche von der nachfolgenden Reaktion nicht mehr in's Gleiche gebracht werden könnten. Receptivität und Reaktion können also in keinem Falle getrennt werden, wohl

aber kann die eine ein Uebergewicht vor der andern erhalten, in welchem Falle die Erscheinungen krankhafter Reizbarkeit eintreten.

Dritter Abschnitt.

Grade des Lebens.

§. 58. Die oberflächlichste Betrachtung der organischen Welt belehrt uns, daß das Leben in den verschiedensten Graden der Vollkommenheit auftrete. Indeß sind drei Entwickelungsstufen desselben besonders charakteristisch und verdienen unterschieden zu werden; wir meinen das Keimleben, das Pflanzenleben und das Thierleben.

Der Keim besteht aus einer Ansammelung von ziemlich gleichartigem organischen Stoffe, der in einer schützenden Hülle eingeschlossen ist. Er lebt bereits, aber ein Stillleben, welches noch kaum zur Erscheinung kommt, weil die Kräfte, die es besitzt, nur im Zustande der Gebundenheit vorhanden sind. Erst wenn diese Kräfte durch geeignete äußere Reize erweckt werden, und wenn der einfache, fast gleichartige Stoff sich zu einer Vielheit von Organen umgebildet hat, entstehen Thätigkeiten, welche sich an die der höhern Lebensstufen unverkennbar anschließen. Zu den Erscheinungen, welche das Leben der Keime beweisen, gehört zuvörderst der Stoffwechsel mit der äußern Natur. Die Keime verändern die Luft, in der sie sich befinden, indem sie ihr gewisse Stoffe entziehen und andere zurückgeben, und wie wesentlich dieser Stoffwechsel sei, beweist der Umstand, daß nur in atmosphärischer Luft der Keim sich weiter entwickelt. Unter dem Einfluß von Luft, Feuchtigkeit und Wärme geht diese Entwickelung vor sich, während desorganisirte Keime unter denselben Verhältnissen faulen. Hieraus ergiebt sich, daß der Keim schon das Vermögen habe, seine Existenz gegen die Eingriffe zerstörender Naturgewalt zu schützen. Die Eier der Vögel besitzen, wie ich in häufig wiederholten Versuchen gefunden habe, sogar die Fähigkeit, sich gegen die Nachtheile einer zu hohen oder zu tiefen Temperatur zu schützen, indem lebendige Eier später als

getödtete, sowohl in sehr kaltem als in sehr heißem Wasser, durch die äußere Temperatur ihre innere verändern lassen.

Die meisten Keime gelangen unter günstigen Verhältnissen sehr bald zur Entwickelung, wenn aber diese günstigen Bedingungen fehlen, so ist es merkwürdig, wie lange bisweilen das Leben verborgen bleibt, ohne zu verlöschen. Von den Pflanzensamen ist es bekannt, daß sie lange Jahre keimfähig bleiben, aber nach den Berichten französischer Naturforscher sind sogar Samenkörner, die man aus ägyptischen Mumien entnommen hatte, noch zum Aufgehen gebracht worden.

§. 59. Im pflanzlichen Leben wird der Stoffwechsel ungleich beträchtlicher, und hiermit tritt das Bedürfniß der Ernährung ein. Durch Zellen und röhrenartige Gefäße bewegen sich nahrunghaltige Säfte, und diese Säfte werden von außen her gewonnen, indem Wurzeln und Blätter die geeigneten Stoffe in sich aufnehmen. Auch das Thier bedarf dieses pflanzlichen Ernährungsprocesses und ist insofern Pflanze. Das Blut ist der ernährende Saft, der innerhalb häutiger Röhren durch den Körper kreist, und dieser Saft wird auch hier durch Stoffe erneuert, die von außen her aufgesogen werden. Die im Darmkanal verzweigten Lymphgefäße sind es, welche aus den verdauten Speisen die Nahrungsstoffe aufsaugen, und so kann man das Thier eine Pflanze nennen, welche ihre Wurzeln, statt in die Erde, in den eignen Darmkanal einschlägt. Nur durch diese Modifikation der Ernährungsorgane wurde die Ortsbewegung den Thieren möglich gemacht. Die Pflanze ernährt sich durch Stoffe, die sie der unorganischen Natur entzieht, und besitzt das Vermögen, das Wasser, die Erde und die Luftarten, welche sie in sich aufnimmt, in organische Materie umzuwandeln. Das Thier besitzt dies Vermögen, wenigstens in Bezug auf die eigentlichen Nahrungsmittel, nicht, und so sind die Pflanzen die Träger der organischen Welt, welche ohne sie aussterben müßte, weil mit dem Tode jedes Individuums ein Theil des lebendigen Stoffes unwiederbringlich verloren gehen würde.

Wie die Pflanze aus einem Keime herstammt, so erzeugt sie wieder Keime, und in dieser Fortpflanzungsthätigkeit finden wir ein zweites charakteristisches Zeichen des Pflanzenlebens. Auch das Thier ist als Zeugendes nur Pflanze, obschon die Zeugung

unter dem Einfluß des Thierlebens sich modificiren und an Instinkt und Begierde sich binden muß.

§. 60. Das Thierleben beginnt erst mit Empfindung und freiwilliger Bewegung, welche beide den Pflanzen abgehen. Zwar öffnen sich die meisten Blüthen im Licht und schließen sich im Schatten, und die Sinnespflanzen legen sogar ihre Blätter zusammen, wenn sie berührt werden, aber dies alles sind nur Zeichen von Reizbarkeit, welche letztere mit Empfindung und freiwilliger Bewegung nicht verwechselt werden darf. Auch das Haar ist reizbar, denn wenn es an der Spitze verschnitten wird, wächst es stärker in seiner Wurzel, gleichwohl empfindet das Haar nicht. Empfindung bedingt Bewußtsein, und Schmerz und Lust sind ihre unzertrennlichen Begleiter. Wie nun das Bewußtsein in den tiefern Ordnungen der Thiere immer dumpfer wird, so wird freilich auch die Empfindung immer matter, aber dennoch erkennt der aufmerksame Beobachter in dem gereizten Thiere den Sinn für Wohl und Wehe, der in den Pflanzen durch nichts angedeutet wird.

Die freiwillige Bewegung anlangend, so muß man sie nicht mit der Ortsbewegung verwechseln, die freilich vielen Thieren abgeht. Aber selbst die am Boden wurzelnde Koralle hat Fühlfäden, deren sie sich mit Willkühr bedienen kann. Diese Fäden spielen im Wasser, unabhängig von einem äußern Anstoß, sie erfassen Stoffe, die zur Nahrung dienen und lassen sie wieder fahren, sie kämpfen mit Nachbarthieren um ihre Beute, und setzen also den Zweck ihrer Bewegung durchaus sich selbst. Nicht so die Sinnespflanzen. Die Bewegung folgt hier einer festen Regel, und wie die Blätter zur Nachtzeit sich schließen, so schließen sie sich auch bei Berührung der Hand.

§. 61. Obschon das Leben sich anders in den Keimen, anders in den Pflanzen und Thieren gestaltet, so finden sich doch Uebergänge zwischen den genannten Reichen, welche eine feste Begrenzung unmöglich machen. Selbst Pflanzen und Thiere gehen unmerklich in einander über. Hinsichtlich der Mischung ist zwar bemerkt worden, daß die Pflanzen vornemlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, während in den Thieren zu diesen drei Elementen noch ein viertes, der Stickstoff, hinzutritt. Indeß findet sich in den Samen vieler Pflanzen und in manchen kryptogamischen Gewächsen, wie in den Pilzen, der Stick-

stoff ebenfalls. Eben so unzureichend sind die Verschiedenheiten des Baues, daher man bei einigen Seegewächsen zweifelhaft ist, ob sie den Thieren oder Pflanzen beigezählt werden müssen. Wir haben gezeigt, daß die Pflanzen das Vermögen besitzen, aus dem Reiche der unorganischen Natur ihre Nahrungsmittel zu entlehnen, indeß gelangen sie doch nur in Dammerde, welche organische Materie enthält, zu vollkommener Entwickelung, und andrerseits besitzen die Thiere etwas Analoges in dem Vermögen, Luft und Wasser in sich aufzunehmen und ihrem Körper zu assimiliren. Die Pflanzen hauchen Sauerstoff aus und athmen Kohlensäure ein, aber nur unter dem Einfluß des Lichtes, denn bei Nacht athmen sie nach Art der Thiere, indem sie Sauerstoff einnehmen und Kohlensäure aushauchen. Ebendeßhalb ist auch die Annahme unerwiesen, daß die Respiration der Pflanzen und Thiere in einem zweckmäßigen Wechselverhältniß stehe, indem die Pflanzen den nöthigen Sauerstoff für die Thiere, diese aber die nöthige Kohlensäure für die Gewächse ausschieden. Man hat in Bezug auf den Zeugungsproceß bemerkt, daß die Pflanzen nach jeder Zeugung ihre Geschlechtstheile verlieren, aber diese Eigenthümlichkeit ist zur Unterscheidung beider Reiche nicht genügend, da in beiden sich Organismen finden, welche der Geschlechtstheile entbehren. In den vollkommnern Thieren finden wir Empfindung und willkührliche Bewegung als charakteristische Merkmale, aber in den niedrigsten Geschöpfen ist es kaum möglich zu entscheiden, ob die Thätigkeiten, die wir an ihnen wahrnehmen, in einem empfindenden und vollendenden Princip ihren Grund haben, oder vielmehr durch die Reizbarkeit verursacht werden, welche allen Organismen eigen ist. Sehr merkwürdig ist, daß bei den Pflanzen Bewegungen vorkommen, welche durch Reizbarkeit allein sich nicht erklären lassen. Von den Algen, welche im Wasser leben, lösen sich Klümpchen grüner Materie los, schwimmen, anscheinend als Thierchen, hin und her, und setzen sich entweder wieder an die Alge an, um als ein Organ derselben fortzuwachsen, oder hängen sich an einen andern Körper, um den Stamm einer neuen Pflanze abzugeben*).

*) L. C. Treviranus, Physiologie der Gewächse. Bonn, 1835.

§. 62. Abgesehen von der Schwierigkeit, die verschiedenen Lebensstufen durch bestimmte Merkmale zu unterscheiden, muß noch berücksichtigt werden, daß aus dem Keime sich die Pflanze, und aus dem vegetirenden Embryo das mit Empfindung und freiwilliger Bewegung begabte Kind entwickelt. Die Natur zeigt in ihren Bildungen nie Sprünge, sie macht nicht durch einen Gewaltstreich den Keim zur Pflanze, noch die pflanzlich wachsende Leibesfrucht zu einem thierisch Beseelten, sondern in einer stetigen Fortbildung entwickelt sich der höhere Organismus aus dem niedern. Hieraus darf man schließen, daß es nur ein Leben gebe, welches durch Steigerung seiner Kräfte einem mehr oder minder vollkommenen Ziele zugeführt wird.

Hiermit übereinstimmend ist es, daß der höhere Organismus nie als solcher fertig in die Welt tritt, sondern die unvollkommnern Lebensformen durchlaufen muß, ehe er zu den vollkommenen hindurchdringt. Immer tritt das Keimleben zuerst auf, und immer folgt dem Keimleben das vegetative, ehe es zur Durchbildung des thierischen kommt*).

Die verschiedenen Lebensstufen entstehen dadurch, daß das Leben in seinem Entwickelungsgange früher oder später stehen bleibt, daher jeder Organismus, mit Ausnahme des vollkommensten, als Hemmungsbildung betrachtet werden kann. Freilich aber ist diese Hemmung nicht blos durch die Zeit bedingt, in welcher die Bildung aufhört, sondern die Zeit des Aufhörens ist selbst wieder bedingt durch den Gang, den die Bildung einschlägt. Darum ordnet sich das Lebende nicht blos hinter einander nach dem Grade, sondern auch neben einander nach der Art der Entwickelung.

§. 63. Sehr merkwürdig ist, daß der Organismus im Gange seiner Entwickelung umkehren und so in die unvollkommnern Lebensverhältnisse zurückfallen kann. Dieß geschieht bei vielen Thieren im Winterschlaf und beim Menschen im Scheintode. Empfindung und willkührliche Bewegung hören auf und nur die pflanz-

---

*) Selbst die Infusorien widerlegen diese Ansicht nicht. Denn obschon das Infusorium nicht aus einem geschlechtlich erzeugten Keime hervorgeht, so entwickelt es sich doch muthmaßlich aus einem Urkeime, indem es nicht wahrscheinlich ist, daß die Infusorien, deren sehr vollkommenen Organismus wir durch Ehrenberg kennen, gleich fertig als Thiere ins Leben treten sollten.

lichen Verrichtungen dauern fort, obschon in solchem Grade geschwächt, daß der Zustand sehr nah an die ursprünglichen Verhältnisse des Keimlebens angrenzt. Ein vollständiges Zurückfallen in das Keimleben scheint bei den Amphibien stattfinden zu können. Man hat Frösche und Kröten in festem Gestein, tief unter der Erdoberfläche, lebendig gefunden, an Orten, wo sie allem Anscheine nach Jahrtausende zugebracht haben mußten. Es ist kaum anzunehmen, daß das vegetative Leben in solcher Umgebung fortbestehen könne, und selbst wenn dieß möglich gewesen wäre, würde es sich früher aufgerieben haben, indem nur die schwachen Lebensfunken des Keimes eines so langen Fortglimmens fähig scheinen.

Vierter Abschnitt.

Von den besondern Lebensumständen, als: Schlaf, Schlafwandel, Krankheit, Scheintod.

§. 64. Der Schlaf beruht auf einer periodisch herabgestimmten Thätigkeit der Organe des thierischen Lebens, also der Theile, welche der Empfindung oder dem Willen dienen. Der gesunde Schlaf wird durch Ermüdung bedingt. Diese pflegt zuerst in den Augen fühlbar zu werden. Das obere Augenlid sinkt herab und verdrängt die Bilder der Außenwelt, das Ohr folgt dem Auge und verschließt sich dem Reiz der Schallwellen, alle Sinnen ziehen sich von der Außenwelt zurück und die Muskeln erschlaffen. Endlich folgt Bewußtlosigkeit, und die Seele scheint aufgelöst, bis die Phantasie in Traumgebilden ihr Spiel beginnt.

Der Schlaf ist den Organen des thierischen Lebens vorzugsweise, aber nicht ausschließlich, eigen. Selbst an Pflanzen bemerkt man Erscheinungen, die dem Schlaf verglichen werden können. Die Blüthenstiele vieler Geranien und Ranunkeln neigen sich des Nachts zur Erde, bei andern Pflanzen senken sich die Zweige, viele Blüthen schließen sich und kehren in den Zustand der Knospe zurück, wie überhaupt der Schlaf als ein periodisches Zurückfallen in eine frühere Bildungsstufe betrachtet werden kann. Im thierischen Körper sind die pflanzlichen Verrichtungen während des Schlafs träger, so der Puls und das Athmen, aber

auch die Absonderungen, wie das lange Verhalten des Urins beweist, und die Verdauung, weshalb Schlafen bald nach der Mahlzeit im Allgemeinen nachtheilig ist.

Der Schlaf ist nur ein Herabstimmen, nicht ein Aussetzen der psychischen Thätigkeit. Wenn ermüdete Soldaten während des Marsches schlafen, so mag ein solcher Zustand freilich dem Schlafe mehr ähnlich als gleich sein, andrerseits ist willkührliche Bewegung und das Fortsetzen gewisser geistiger Thätigkeiten der Natur des Schlafes durchaus nicht entgegen. Daß die Sinnenthätigkeit fortbestehet, beweist einfach der Umstand, daß durch Sinnenreize Schlafende erweckt werden können. Wichtiger ist, daß wir sogar während des Schlafes die Fähigkeit besitzen, zwischen Sensationen zu unterscheiden. Die meisten Menschen, welche durch das heftigste Getöse nicht erweckt werden, erwachen, wenn man sie leise bei ihrem Namen ruft. Geübte Krankenwärter schlafen fest, erwachen aber bei dem leisesten Geräusch ihres Pfleglings.

Die Thätigkeit der Einbildungskraft wird durch die Träume bewiesen. Gewöhnlich wiederholt sich in diesen ein früher Erlebtes in bunter Unordnung, bisweilen aber wird die Einbildungskraft wahrhaft schöpferisch, und löst im Traumgebilde Räthsel, denen die Seele während des Wachens nicht beizukommen vermochte, wovon Burdach interessante Fälle gesammelt hat. (Die Physiologie als Erfahrungswiss. III. 469.)

Bemerkenswerth scheint noch ein Vermögen der träumenden Seele, in kürzester Zeit die größte Fülle von Phantasieen an einander zu reihen. Unzählige Male habe ich an mir und andern erlebt, daß ein zufälliges Geräusch, welches den Schlaf unterbrach, mit dem gehabten Traume so innig zusammenhing, daß die Vermuthung nicht abzuweisen war, es sei der ganze lange Traum erst durch das Geräusch bedingt und also im Momente begonnen und vollendet.

Wir sind uns der Träume beim Erwachen nicht immer bewußt, was nicht beweisen kann, daß die Phantasie im Schlafe wirklich unthätig gewesen sei. Oft erinnern uns zufällige Umstände an einen Traum, der dem Bewußtsein entfallen war, und wie die kräftigste Thätigkeit der Phantasie dem Gedächtniß entschwinden könne, beweisen die nicht seltenen Fälle, wo Gelehrte eine Abends begonnene Arbeit unvermuthet früh fertig fanden.

Daher will es uns wahrscheinlicher dünken, daß die Phantasie während des Traums unausgesetzt wirke, als daß es Menschen gebe, die nie träumten.

Sehr viele Menschen können zu bestimmten Stunden aufwachen. Dies beweist, daß die Seele nicht nur im Stande ist, dem Gange der Zeit zu folgen, sondern auch seine Dauer wenigstens ungefähr zu schätzen. Es beweist ferner ein Fortbestehen der Willenskraft, welche die schlummernden Sinne aufrüttelt. Ebenso zeigt sich der Einfluß des Willens in gewisser Bewegung. Man verändert auch im gesunden Schlafe eine unbequeme Stellung, verscheucht eine Fliege, die lästig wird, und ist also im Stande, zur Erreichung gewisser Zwecke die passenden Mittel auszuwählen.

Die Ursachen des Schlafes sind theils unvermeidliche, theils zufällige, und die ersteren liegen theils außerhalb, theils innerhalb des Organismus. In den Verrichtungen aller organischen Körper zeigt sich eine gewisse Periodizität, die mit dem Umlauf der Himmelskörper in unverkennbarer Beziehung steht. Der jährliche Umlauf unsers Planeten um seine Sonne, und seine tägliche Umdrehung um sich selbst ist mit entsprechender Steigerung und Herabstimmung der Lebenserscheinungen verbunden. Die Vegetation der Pflanzen und die Brunst der Thiere zeigen deutlich die Abhängigkeit von einem jährlichen Umlauf. Der Mensch unterliegt zwar diesem Einfluß sehr wenig, ist aber um so mehr von dem täglichen Umschwung der Erde abhängig. Die Nacht ist nicht blos die im bürgerlichen Leben passendste, sondern auch die von der Natur selbst bestimmte Zeit zum Schlaf. Als zweite im Wesen des Organismus selbst begründete Ursache des Schlafes finden wir die Erschöpfung, welche dadurch entsteht, daß während des Wachens eine größere Summe Kraft verbraucht, als wieder hergestellt wird. Während des Wachens wird der Organismus von zahllosen Reizen aufgeregt, und indem er jedem derselben eine selbstständige Kraftäußerung entgegensetzt, entäußert er sich eines Theils seiner Kraft und schwächt sich. So unterliegt der Körper der Erschöpfung und schläft, aber während er schläft, sammelt sich die Kraft wieder zu neuem Wachen. Die Stärkung, welche der Schlaf mit sich bringt, hat ihren körperlichen Grund in der unausgesetzten Thätigkeit der Organe, welche dem Stoffwechsel dienen. Die Werkzeuge des Kreislaufes, des Athmens, der Absonderung, überhaupt alle Theile, welche die

Bestimmung haben, die Form und Mischung des Körpers zu erhalten, erschöpfen sich während des Wachens nicht, und erfüllen ihre Bestimmung auch während des Schlafes. Indem sie die unbrauchbar gewordenen Theilchen entfernen und durch frische ersetzen, werden die Veränderungen wieder ausgeglichen, welche, als Folge der Ueberreizung, in den Organen des thierischen Lebens eingetreten waren.

Aus dem Vorhergehenden erklärt sich das Bedürfniß des Schlafes nicht nur im Allgemeinen, sondern auch für die verschiedenen Organismen im Besondern. Die niedern Thiere bedurften weniger Schlaf, als die vollkommenen, weil ihre Sinne der Außenwelt gegenüber am meisten passiv waren, und der Mensch bedurfte der Ruhe am meisten, weil sein Geist in unaufhörlicher Thätigkeit sich aufreibt. Kinder, Greise, Kranke sind des Schlafes am bedürftigsten, weil ihre schwache Kraft am schnellsten verzehrt ist und am dringendsten Wiederherstellung erfordert.

Zufällige Veranlassung des Schlafes kann alles werden, was überreizt, wie heftige Kälte, Lärm u. s. w.; aber nicht minder kann Reizentziehung einschläfern, weil die Thätigkeit des Wachens allerdings auch der äußern Reize bedarf. So haben Dunkelheit, Stille und Langeweile einschläfernde Kraft. Aber auch gewaltsame Lähmung der Organe, von welchen das animale Leben ausgeht, kann Schlaf verursachen, wie die einschläfernde Macht narkotischer Mittel, das Schlafen nach Erschütterungen des Gehirns u. s. w. nachweisen.

§. 65. Das Schlafwandeln ist ein Zustand halben Wachens, in welchem die Seele nicht nur für Sinneseindrücke empfänglich, sondern auch einer zusammenhängenden und vernünftigen Thätigkeit fähig ist, ohne jedoch zum vollen Selbstbewußtsein zu kommen. Daher wissen Schlafwandler nie, was sie während des Schlafes gethan, und thun vieles, was sie bei hellem Selbstbewußtsein nicht thun würden. Sie unterziehen sich ganz zwecklos den größten Gefahren, indem sie namentlich gern klettern, vermeiden aber bei ihren unsinnigen Unternehmungen so geschickt jedes Versehen, daß Unglücksfälle während des Schlafes selbst kaum vorkommen. Das Schlafwandeln beginnt mit tiefem Schlaf, worauf ein theilweises Erwachen eintritt, wobei die Augen mehr oder weniger fest geschlossen sind. Der Bischof von Bordeaux

beobachtete einen Mönch, der im Schlafwandel mit geschlossenen Augen Noten schrieb, dann das Abgeschriebene wieder durchlas und die Schreibfehler verbesserte.

Es ist schwer zu sagen, auf welchem Wege die Schlafwandler zu den Sinneseindrücken gelangen, die sie zur zweckmäßigen Durchführung ihrer Unternehmungen bedürfen. Einige Physiologen behaupten, daß das Auge nur halb geschlossen und also zum Sehen fähig sei. Indeß ist das Auge der Schlafwandler, nach Angabe ausgezeichneter Aerzte, häufig verdreht und unter dem Augenlide krampfhaft nach oben gezogen; Lichtreiz scheint die Augen gar nicht zu afficiren, indem die Pupille unbeweglich ist, und endlich verrichten die Schlafwandler ihre Geschäfte sehr oft im Finstern, wo selbst ganz offene Augen zum Sehen nicht ausreichen. Eben so ungenügend ist die Erklärungsweise, welche den Tastsinn zu Hülfe nimmt. Die Schlafwandler tasten aber nicht, sie gehen keck vorwärts, ohne mit den Füßen anzustoßen, und springen von einem Dach auf das andere, wobei der Tastsinn nicht leiten kann. Wären die Schlafwandler bei dem, was sie thun, auf einen Rest von Gesichtsempfindungen oder auf den Tastsinn allein angewiesen, so müßten sie sich ungeschickter benehmen als Menschen, die mit offnen Augen bei hellem Tage sehen, insbesondere ungeschickter als Personen, welche durch Gesicht und Getast gleichzeitig unterstützt werden; allein sie benehmen sich nicht ungeschickter. Die Schlafwandler würden der Uebung bedürfen, wie die Blinden, um trotz der Abschwächung der Gesichtsempfindungen die Außendinge zu verstehen und zu benutzen; allein sie bedürfen der Uebung nicht.

§. 66. Zwischen Gesundheit und Krankheit finden sich so unmerkliche Uebergänge, daß letztere eben darum undefinirbar ist. Sie beruht auf einer Störung der Lebensverrichtungen, und um ihr Wesen vollkommen zu erfassen, würde man das Wesen des Lebens selbst begreifen müssen. Die Krankheit erscheint unter verschiedenen Symptomen, jenachdem die eine oder die andere Funktion beeinträchtigt ist, allein bei dem genauen Zusammenhange der Organe unter einander wiederholt sich die Störung des einen immer mehr oder weniger in den Störungen der andern. Ist die Störung einigermaßen umfassend und beträchtlich, so wird die Lebenskraft,

welche aus dem regelmäßigen Zusammenwirken aller Funktionen hervorgeht, gebrochen und man fühlt sich schwer und krank.

An sich ist die Krankheit kein unnatürlicher Zustand, denn da wir für Reize empfänglich sein müssen, so muß auch eine ungleichmäßige Einwirkung von Reizen, die zufällig auf uns einwirken, eine Störung im Gleichgewicht der Funktionen hervorbringen können. Indeß besitzt der Organismus, wie schon gezeigt wurde, eine Kraft, feindliche Eingriffe der Außenwelt von sich abzuwehren, und diese Kraft erscheint in der Krankheit als eingeborne Heilkraft. Diese ist es, welche bei weitem die meisten Krankheiten ohne Mitwirkung von Arzneien zu heilen vermag. Am anschaulichsten werden die Wirkungen dieser Kraft im Proceß der Eiterung. Ist ein fremder Körper in den unsrigen eingedrungen, wie eine Flintenkugel oder auch nur ein Splitter, so entsteht Entzündung und Eiterung, durch welche der fremde und störende Körper wieder entfernt wird. So bestätigen selbst die Erscheinungen des gestörten Lebens die wunderbare Eigenthümlichkeit der Lebenskraft.

§. 67. Im Scheintode ruhen nicht nur alle animalischen Verrichtungen, sondern auch die pflanzlichen, in so weit sie äußerlich wahrnehmbar sind. Pulsschlag und Athmen hören auf, der Körper wird kalt und das Leben scheint demnach erloschen. Wie lange ein solcher Zustand dauern könne, hängt unstreitig davon ab, in wie weit die Unterdrückung der Lebensfunktionen vollständig ist oder nicht. Der Scheintod Ertrunkener geht sehr bald in wahren Tod über, und Körper, die über eine halbe Stunde im Wasser gelegen haben, dürften schwerlich zum Leben zurückgebracht werden. Dagegen kann in Folge von Krankheiten, namentlich nervöser Natur, ein sehr langer Scheintod eintreten, indem hier die Lebensverrichtungen fortdauern, obschon zu abgeschwächt, um in die Sinne zu fallen. Ein solcher Zustand scheint ein anomales Zurücktreten auf die Stufe des Keimlebens, wie ein ähnliches Zurücktreten bei manchen Thieren regelmäßig vorkommt. Dies zeigt sich im Winterschlaf, wo Respiration und Kreislauf zwar scheinbar stocken, im Stillen aber doch fortwirken, daher die Winterschläfer in Stickgas umkommen.

Fünfter Abschnitt.

Vom Tode.

§. 68. Da jeder Organismus nur eine beschränkte Lebensdauer hat, so sind wir genöthigt anzunehmen, daß die Ursache des Todes im Organismus selbst liege, doch fehlt es an Erfahrungen darüber, welche anatomische und physiologische Verhältnisse die Auflösung des Lebens nach sich ziehen. Bestimmt falsch ist die Behauptung, daß der Organismus durch Ueberhandnehmen der erdigen Stoffe und theilweise Verknöcherung der Weichtheile zum Fortleben ungeschickt werde, denn bei den ältesten Greisen ist oft keine Spur dieser Mißverhältnisse aufzufinden. Burdach macht darauf aufmerksam, daß die Entwickelung des Lebens mit einem Aufwande von Kraft verbunden sei, und glaubt, daß die der Restauration der Kräfte vorstehenden Lebensprocesse mit dem Ersatz in Rückstand bleiben, wodurch endliche Erschöpfung unvermeidlich werde. Diese Ansicht mag richtig sein, erklärt aber die Ursache des Todes nur ungenügend. Die Erfahrung lehrt, daß in der Entwickelungsperiode die Lebenskräfte sowohl in die Breite als in die Tiefe zunehmen, und es giebt also eine Zeit, wo die im Lebensproceß verwendete Kraft im Ueberschuß ersetzt wird. Wenn nun im hohen Alter das Gegentheil stattfindet, so fragt es sich wieder, warum der Organismus nicht auf dem Wendepunkte stehen bleibe, wo Verbrauch und Ersatz der Kraft sich das Gleichgewicht halten. Wir möchten glauben, daß die Ursache des Todes deshalb so dunkel sei, weil diese durch die Lebensverhältnisse des Makrokosmus bedingt ist, in welchen wir als organische Theile eingehen. So kann das Absterben eines Haares nicht verstanden werden, so lange wir nur die Metamorphose des Haares selbst, nicht aber die des ganzen thierischen Körpers kennen, in welchem es wurzelt. Wir werden resorbirt vom Weltorganismus, mit welchen Worten wir nichts erklären, sondern auf den Grund des Unerklärbaren hindeuten wollen.

§. 69. Die regelmäßige Lebensdauer kann auf siebzig bis achtzig Jahr veranschlagt werden, nur ausnahmsweise kommt es über hundert, doch erreichte Peter Czartan sogar ein Alter von hundert und achtzig Jahren. Die Angaben von noch höherem Lebensalter mögen auf Verschiedenheit der Zeitrechnung beruhen.

Nur sehr wenige Menschen erreichen den Gipfel des Lebens, und sehr viele sterben schon in der frühsten Kindheit. Im ersten Lebensjahre ist die Sterblichkeit am größten, indem in dieser Periode das vierte Kind stirbt. Dann nimmt die Sterblichkeit bis zum Anfang des Jünglingsalters mit jedem Jahre ab, so daß im vierzehnten Jahre unter 147 Menschen durchschnittlich nur einer stirbt. Nach dieser Periode vermehrt sich die Sterblichkeit wieder, erreicht aber erst im neunzigsten Lebensjahre wieder die Höhe, auf welcher sie im ersten stand.

Daß die Lebensweise auf die Lebensdauer Einfluß habe, kann nicht in Zweifel sein, indeß ist zur Erreichung eines hohen Alters eine gute Konstitution bei weitem das Wichtigste, und viele der Gesundheit nachtheilige Momente verkürzen das Leben weit weniger, als man glauben sollte. Gar nicht selten erreichen kränkliche Menschen ein hohes Alter, und sehr auffallend ist das Ergebniß der Sterbelisten, daß in der Zahnperiode der Kinder und in den Stufenjahren der Frauen die Sterblichkeit nicht größer ist, als in den zunächst vorhergehenden Perioden.

§. 70. Im natürlichen Tode löst sich die Seele sanft vom Körper, und nicht selten verfällt der Greis in einen Schlaf, aus dem er nicht wieder erwachen soll. Das Leben schwindet allmälig von außen nach innen. Der Puls wird unfühlbar, während das Herz noch schlägt, die Haut wird von den Extremitäten aus kalt, der Athem langsam und leise, der Sterbende bemerkt, daß es finster vor den Augen werde, und das Bewußtsein schwindet noch vor dem letzten Athemzuge. Aber dieses Verlöschen des Lebens findet sich nur selten und überhaupt nur da, wo die Lebenskräfte in den verschiedenen Organen sich harmonisch auflösen. Gewöhnlicher geht der Tod von einzelnen Theilen aus, wo dann in den übrigen eine heftige Reaktion eintritt, wie sie im Todeskampf sich darstellt. Die Theile aber, von welchen der Tod zunächst ausgeht, sind Nervensystem, Blutsystem und Lungen. Die Funktionen dieser Theile sind so wichtig, daß keine ohne schnelle Auflösung des Lebens vernichtet werden kann. Hört die Nerventhätigkeit auf, so versiegt eine Quelle von Kraft, ohne welche das Herz nicht schlagen und die Lunge nicht athmen kann, es erfolgt ein Nervenschlag, der, wenn er vollständig ist, dem Leben augenblicklich ein Ende macht. Wird der Kreislauf des Blutes aufge-

hoben, sei es durch einen Blutschlag oder durch Verwundung des Herzens, so wird dem Nervensystem das belebende Princip entzogen, welches vom Schlagaderblute ausgeht, es folgt dem Tode des Herzens und zieht den der Athmungsorgane nach sich. Endlich können auch diese die nächste Ursache des Todes abgeben, wie in allen Fällen der Erstickung. Wenn das Athmen aufhört, so wird die Verwandelung des dunkeln Venenblutes in hellrothes Arterienblut aufgehoben, das dunkle Blut gelangt zum Gehirn und Rückenmark und zerstört das Leben dieser Organe auf eine gewaltsame Weise, welche Convulsionen in den Gliedern nach sich zieht. Die übrigen zum Leben unentbehrlichen Funktionen, wie Verdauung und Absonderung, können nur mittelbar, d. h. durch Lähmung eines der vorerwähnten Systeme, das Leben vernichten, daher denn der Tod, wenn er von ihnen ausgeht, viel später eintritt.

Bald nach dem Tode werden die Glieder steif und erst später tritt vollkommene Schlaffheit ein. Das obere Augenlid fällt zur Hälfte herab, der Augapfel verdreht sich etwas nach oben, und die Hornhaut des Auges wird trübe und verliert später ihre Spannung. Die Schließmuskeln (§. 208.) öffnen sich und die Muskeln gerathen, wenn sie gereizt werden, nicht mehr in Zuckung. Indeß sind alle diese Zeichen des Todes mehr oder weniger unsicher, und erst die Zersetzung des Leichnams ist ein unzweideutiger Beweis des entschwundenen Lebens.

Sechster Abschnitt.

Definition des Lebens.

§. 71. Wir haben in dem Vorausgehenden von einem allgemeinen Standpunkte aus den Bau und die Verrichtungen der organischen Körper betrachtet, und haben uns dadurch zur Beantwortung der Frage vorbereitet, worin das Wesen des Lebens begründet sei. Die Wissenschaft würde hier eine Definition des Lebens verlangen, allein im Voraus müssen wir bekennen, daß die Physiologie statt einer festen Definition nur eine schwankende Umschreibung zu bieten vermag.

Wenn wir in der leblosen Natur die Ursache einer Wirkung aufsuchen, und wenn wir dann weiter von Ursache zu Ursache

bis zu dem letzten erkennbaren Grunde zurückgehen, so verbinden sich die Erscheinungen in einer einfachen Kette, deren Anfangs- und Endpunkt nur durch Mittelglieder zusammenhängen. Es steigt die Bombe durch Einwirkung entwickelter Dämpfe, die Dämpfe entstanden durch Entzündung des Pulvers, und dieses endlich entzündete sich durch einen Funken. Wäre die Bombe nun wieder der Grund des Funkens, so fänden wir hier schon ein Abbild lebensvoller Wirksamkeit. Denn erheben wir uns über die leblosen Massen, so finden wir statt jener einfachen Kette von Ursachen einen Kreis, und die Wirkung, deren Ursachen wir stufenweise nachgehen, wird selbst wieder Grund ihrer letzten Ursache. So hängt die Ernährung ab vom Blutlauf, der Blutlauf hängt ab von der Thätigkeit des Herzens, und was endlich bedingt diese? offenbar die Ernährung selbst. Wie in einem Kreise kein Anfang und kein Ende ist, so liegt im Endpunkte jeder organischen Thätigkeit der Anfangspunkt einer andern. Muskeln ziehen sich zusammen, ein Glied wird bewegt, und nach Maßgabe der physikalischen Kräfte wäre der Akt geschlossen. Allein der lebende Muskel wird in der Last des Gliedes einen Reiz finden, der neue Thätigkeit hervorruft. Es werden Säfte herbeigezogen, der Stoffwechsel beginnt, und mit ihm entspringt eine Quelle von Wirkungen, welche alsbald sich in unübersehbarem Strome ausbreitet. Nur ein Schlußakt ist denkbar im Bereich organischer Kräfte, nämlich die Auflösung dieser Kräfte selbst.

Sehr bezeichnend für die Lebenskräfte ist die Art, wie sie selbstständig eine Reihe von Wirkungen beginnen, wo die leblose Masse nur fremden Impulsen zu folgen vermag. Nie beginnt diese eine Bewegung aus sich selbst, sie folgt entweder dem Anstoße eines fremden Körpers, wie der Pfeil fliegt, weil die Sehne ihn fortschnellt, oder sie gehorcht den elementarischen Kräften, der Wärme, der Elektricität, dem Lichte, also wieder einem Aeußern. Dagegen trägt das Leben bis auf einen gewissen Grad den Grund seiner Thätigkeit in sich selbst. Das Thier bedarf nicht fremden Anstoßes zum Lauf, und weit entfernt den Gesetzen der Schwere zu unterliegen, erhebt sich der Vogel über die Erde, die ihn anzieht. Auch bedarf es der Sonne nicht, um Wärme in unserm Körper hervorzurufen, und waschen wir die Hände in Schnee, so werden sie, statt zu erkalten, im

Gegentheil verdoppelte Wärme entwickeln. Die todte Masse gehorcht der Trägheit, und ohne das Eingreifen äußerlicher Gewalten wäre ihr Loos Ruhe. Das Lebendige aber hat nicht einmal die Neigung zur Ruhe, und wie es sich in unaufhörlichem Wirken äußert, so zieht es selbst die unbelebten Stoffe in den Strudel seiner Thätigkeit. Wasser und Erden müssen, von den Pflanzen ergriffen, nach oben steigen, um selbst zu Pflanzen zu werden, und in pflanzenähnliche Stoffe verwandelt, werden sie Nahrungsstoffe für Thiere und Menschen, um in einer zweiten Metamorphose selbst des thierischen Lebens theilhaftig zu werden. Unter allen Kennzeichen des Lebens ist keines so auffallend, als die Zweckmäßigkeit, welche allen Handlungen zum Grunde liegt. Zwar kennen wir die Zwecke des Organismus nicht genau genug, um eine Behauptung der Art im Einzelnen rechtfertigen zu können, allein fassen wir nur den allgemeinsten Zweck der Selbsterhaltung in's Auge, so müssen wir erstaunen, wie alles Lebende, gleich als handelte es mit Bewußtsein und Verstand, das Zweckdienliche thut und das Schädliche vermeidet. Jede Pflanze treibt ihre Wurzeln nach den Stellen hin, wo die meisten Nahrungsstoffe zu finden sind, und die durstige Akazie durchbohrt sogar mit ihren Wurzeln das Holz benachbarter Wasserröhren. Kaum hat das Weib geboren, so wendet sich der Strom der Säfte aus dem Leibe nach den Brüsten, um nach außen hin die Nahrung abzusondern, welche das zur Welt Geborne nur unter dieser Bedingung genießen kann. Aus ähnlichen Gründen merkwürdig ist die Thätigkeit des Magens. Dieser treibt den verdauten Speisebrei in die Därme über, ohne jedoch den Theilchen den Austritt zu gestatten, welche noch nicht gehörig zerkleinert und aufgeweicht, also noch nicht gar sind. Demungeachtet hält der Magen Kirschkerne und andere unverdauliche Substanzen nicht zurück, gleichsam als wüßte er das Zwecklose eines solchen Beginnens.

Sehr förderlich für die Erkenntniß des Lebens ist es, genauer die Art und Weise zu betrachten, wie die Organismen ihre zweckmäßigen Thätigkeiten durchführen. Betrachtet man das Verhältniß von Ursache und Folge, so findet man in der leblosen Natur eine Abhängigkeit der letztern von der erstern, welche uns gestattet, das Wechselverhältniß zu berechnen. Je

stärker wir ein Feuer anschüren, um so leichter wird es Metall zum Glühen, ja zum Schmelzen bringen, und je tiefer wir Wasser fallen lassen, um so höher wird es im Springbrunnen steigen. Wäre der Organismus den physikalischen Gesetzen unterworfen, so müßten Reiz und Reaktion in allen Fällen sich proportional sein.

Allein die Thätigkeiten des Organismus entsprechen weniger den Reizen, welche sie hervorriefen, als den Forderungen, welche das Leben macht; die Wirkungen fallen nicht so aus, wie die Berechnung sie erwarten ließ, sondern sind wohl gar das Gegentheil von dem, was die Berechnung gestattet. Die deutlichsten Belege für diese Behauptung giebt die gleichmäßige Wärme unsers Körpers. Die Hitze der Tropenländer macht uns nicht heiß, das Eis Sibiriens macht uns nicht kalt. Vielmehr ist die Wärme des Blutes, und mit ihr des ganzen Körpers (die blutlose Oberhaut ausgenommen), unter allen Umständen dieselbe, und wenn todte Massen so kalt und so warm sind, als die äußere Temperatur es gebietet, so ist unser Körper so warm, als den Zwecken des Organismus ersprießlich ist. In lebenden Körpern steigen die Flüssigkeiten nicht im Verhältniß eines vorgängigen Falles, sondern die Säfte der Pflanzen bewegen sich ohne mechanische Hülfsmittel nach oben. Unaufhörlich umgeben uns Substanzen, die nach ihren chemischen Kräften unsern Körper zersetzen sollten; allein die Lebenskraft erhebt sich über das todte Gesetz und veranlaßt Rückwirkungen, welche den Einfluß der Verwandtschaften zu nichte machen. Seiner Zusammensetzung nach müßte der Organismus faulen, allein das Leben weiß das zu verhindern, was mit dem Tode unvermeidlich eintritt.

Insofern man ein Verfolgen selbstgestellter Zwecke mit dem Namen Freiheit belegt, kann man Freiheit den obersten Charakter der Lebenserscheinungen nennen. Diese Freiheit ist weder eine unbegrenzte, noch spricht sie sich überall in gleichem Maße aus. Vielmehr erweitert sich das Gebiet der Freiheit mit dem Grade organischer Entwickelung, sie zeigt sich in den niedrigsten Pflanzen nur im Keime, und gelangt im Seelenleben des Menschen erst zur Blüthe.

§. 72. Die Charakteristik des Lebens, welche wir in Vorstehendem versucht haben, müßte, um auf den Namen einer De-

finition Anspruch machen zu können, die Grenzen zwischen Lebendem und Leblosem bestimmt nachweisen. Eine solche Begrenzung haben wir nicht gegeben, weil wir sie nicht geben konnten. Denn so klar und deutlich auch das Leben als Totalerscheinung uns entgegen tritt, so verschwimmen doch seine Konture bei näherer Betrachtung im Unbestimmten, und die im Kleinen todte Masse gruppirt sich im Großen zu einem Organismus, welcher allen uns bekannten Wesen nicht nur zur Seite steht, sondern sie selbst überflügelt. Es scheint unerläßlich, die Lebensprincipien in diesem Bezuge noch einmal zu prüfen.

Wenden wir uns zuerst noch einmal zu dem Verhältniß von Ursache und Wirkung, so bleibt es zwar richtig, daß diese in organischen Körpern im Kreise wirken, indeß bildet dieser Kreis doch kein absolut geschlossenes Ganze. Denn hin und wieder tritt eine elementarische Kraft in den Kreis, welche in Bezug auf die Lebensthätigkeiten nur ein Erregendes ist und sich dem Verhältniß der Wechselwirkung entzieht. Wenn wir übrigens im Bereich des Leblosen ein der Lebenskraft analoges Wirken im Kreise nicht wahrnehmen, so ist der Grund davon vielleicht nur unsre Kurzsichtigkeit. Denn sehr möglich ist es, daß wir bei Betrachtung ursächlicher Momente nur darum eine geradlinige Kette wahrzunehmen glauben, weil der ganze Kreis der Verkettung zu ungeheuer groß ist, so ungefähr, wie das Stück Erde, welches wir überschauen, dem schwachen Blicke eine Ebene scheint, statt Theil einer Kugel. Daß eine Wechselwirkung auch in der leblosen Natur bestehe, wird durch die Himmelskörper angedeutet, welche durch die Kraft der Schwere wechselseitig ihren Lauf bestimmen.

Was den zweiten Punkt anlangt, den wir hervorhoben, die Selbstständigkeit nämlich, welche darin sich ausspricht, daß organische Körper die Ursache ihres Wirkens in sich selbst enthalten, so ist auch diese zu beschränken.

Nur in einer gewissen Sphäre bedingt das Leben sich selbst, und handelt unabhängig von äußern Antrieben, allein elementarische Wärme, Sauerstoff, Nahrungsmittel sind äußere Gewalten, ohne welche das Getriebe des Organismus still stehen würde, wie die Räder einer Mühle ohne Wasser. Die Selbstständigkeit welche wir als Merkmal des Lebens bezeichneten, finden wir in einem Sonnensysteme nicht minder, als in dem vollendetsten Organismus,

und in dem Weltall finden wir sie in unendlich höherm Grade. Dieses All ist in ewigem Wirken begriffen, und da außer ihm nichts existirt, so bestimmt es überall sich selbst, und seine Selbstständigkeit ist unumschränkt.

Was ferner die Kraft anlangt, mit welcher organische Körper ihre Existenz schützen, so ist auch sie beschränkt, indem jeder übermäßige Reiz die Reizbarkeit vernichtet. Durch die Gewalt des Feuers wird ein lebender Körper nicht minder zerstört, als etwa Wasser verflüchtigt. Allerdings sehen wir in organischen Körpern wenigstens Versuche der Selbsterhaltung, und diese Versuche tragen das Gepräge der Zweckmäßigkeit. Bei leblosen Körpern sehen wir nicht einmal solche Versuche, unstreitig aber nur deshalb nicht, weil die Art und Weise ihrer vereinzelten Existenz etwas Zweckloses ist, und weil ihr Bestehen erst in Verbindung mit einem Ganzen, dem sie angehören, seinen Zweck findet. Berücksichtigen wir statt eines einzelnen Steines die ganze Erde, so kommen wir dem Charakter organischer Wirksamkeit um vieles näher. Denn wenn die Erde die ihr entzogenen Dämpfe vermittelst anziehender Kräfte als Thau und Regen zurückruft, wenn sie die Wärme, mit welcher die Sonne sie übergießt, theilweise von sich weist und in das Universum zurückstrahlt, so entwickelt auch sie zweckmäßige Thätigkeiten, solche nämlich, durch welche sie ihre individuelle Stellung im Weltall gegen äußere Einwirkungen behauptet. Betrachten wir aber statt der Erde ein Sonnensystem, und statt eines Sonnensystems das Weltall, so werden wir in den Wirkungen des Einzelnen für das Ganze und des Ganzen für das Einzelne eine Zweckmäßigkeit gewahr, von welcher das beschränkte Treiben in einem organischen Körper nur ein schwaches Abbild ist.

§. 73. Fassen wir das Resultat des Gesagten kurz zusammen, so müssen wir behaupten, daß die Organismen sich von den einzelnen leblosen Naturkörpern allerdings vielfältig unterscheiden, allein die Unterschiede selbst erweisen sich immer nur als relative. Vergleicht man aber die Thätigkeit lebendiger Körper mit Sonnensystemen oder dem Weltgebäude im Ganzen, so finden wir in letzterem die Eigenthümlichkeiten deutlicher und vollkommner wieder, welche im Bereich des Organischen mit dem Beiwort lebendig bezeichnet wurden. Daher ist auch das All

ein Belebtes, und wenn es als ein Ganzes lebt, so lebt auch sein Einzelnes, wie der Wassertropfen und der Kiesel.

Freilich entgehen uns die Spuren dieses Lebens, und wenn wir uns selbst mit einem Steine oder einem Berge vergleichen, so erscheinen diese uns todt, und wir erscheinen uns lebendig, indeß liegt der Grund davon nur in dem fehlerhaften Vergleiche. Wir stellen nämlich uns als ein Ganzes neben einen Körper, der nur ein Theil ist eines Ganzen. Auch in unserm Körper tragen die einzelnen Theile nicht so deutlich das Gepräge des Lebens, als das Ganze, und in den einfachsten Theilen verschwindet der Charakter des Lebens gänzlich. Die ganze Erde aber ist weniger vom Weltall, als ein Blutkügelchen von unserem Körper, und ihr lebendiges Wirken wird dann im Weltleben verklingen, wie das des Blutkügelchens im Menschenleben.

So wenig der Vergleich unsers Organismus mit vereinzelten Körpern lebloser Art geeignet ist, zu beweisen, daß uns, im Gegensatz zu diesen, das Leben zukomme, so ist jener Vergleich doch in einer Hinsicht von Wichtigkeit. Er zeigt uns nämlich in den organischen Körpern eine Koncentration und Individualisirung des Lebens, wie außer ihnen nicht weiter vorkommt. Denn gesetzt auch, wir gingen von einer pantheistischen Idee aus, und betrachteten den Organismus nur als ein integrirendes Theilchen eines organischen Ganzen, und unser gesammtes Leben nur als einen Theil des Lebensathems, der das Weltall durchweht, so finden wir doch in unserer Kleinheit ein vollständiges Abbild jener Größen wieder, und als endliches Resultat des Vergleiches ergiebt sich der organische Körper als Mikrokosmus.

Noch ein Zweifel scheint übrig. Man könnte annehmen, der Mikrokosmus erhebe sich im Felde der Freiheit über den Makrokosmus, denn dieser unterliege unbedingt den Naturgesetzen. Allein was sind diese Naturgesetze anders, als der Ausdruck eines weisen, unwandelbaren Waltens, dessen Nothwendigkeit das Weltall aus sich selbst erzeugt, und dessen Störung von außen her nicht möglich ist, weil ein Aeußerliches gar nicht besteht? Nur im Makrokosmus findet sich absolute Freiheit, weil nur er alle Bedingung seines Seins in sich selbst trägt.

§. 74. Ueber die Ursachen des Lebens haben wir nur Vermuthungen, daher die Ansichten der ausgezeichnetsten Na-

turforscher oft außerordentlich von einander abweichen, und meistens den Einfluß der philosophischen Systeme ihrer Zeit erkennen lassen. Bezeichnen wir den letzten Grund einer Erscheinung mit dem Namen Kraft, so muß auch dem Leben eine Kraft zum Grunde liegen, welche füglich Lebenskraft genannt werden kann. Aber hier schon trennen sich die Ansichten, indem man streitet, was Kraft sei. Die Materialisten lassen Kraft und Materie zusammenfallen, indem ihnen Kräfte nichts anderes sind, als Eigenschaften der Materie selbst. Die Eigenschaften der Materie hängen von der Form und Mischung, und die Lebensthätigkeiten der Organismen von der organischen Form und Mischung ab. Umgekehrt verfahren die Spiritualisten, die entweder die Materie selbst aus der Kraft hervorgehen lassen, oder doch jedenfalls die Kraft als unabhängig von der Materie betrachten, und ein wirkliches Sein auch ohne Raumerfüllung annehmen. Nach ihnen ist die Lebenskraft früher als der Organismus, und verhält sich zu diesem, wie Ursache zur Wirkung. Der Spiritualist unterscheidet daher auch die Seele vom Körper, und betrachtet sie wohl gar als Ursache aller Lebenserscheinungen, und als Baumeisterin ihres Körpers, wie Stahl lehrte (vergl. §. 201—206.).

Beide Systeme sind nach der Vorstellungsweise ihrer Anhänger sehr verschiedenartig ausgebildet worden, und es würde uns viel zu weit führen, wenn wir hier eine historisch-kritische Darstellung der verschiedenen Systeme versuchen wollten. Noch weniger können wir wagen, eine eigne Ansicht zu entwickeln, da dies eine vorläufige Verständigung über Principien voraussetzen würde, die außerhalb der Grenzen der Erfahrung, und also in einem Gebiete liegen, dessen Vermeidung der Plan dieses Werkes nothwendig mit sich bringt.

Demungeachtet werden wir das Wort Lebenskraft brauchen, aber nur um eine Bezeichnung zu haben für das unbekannte Princip, welches dem Leben zum Grunde liegt. Die Untersuchung der Lebenserscheinungen ist das Mittel, jenes unbekannte Princip zu ergründen, und in so weit wir die Erscheinungen des Lebens schon kennen, muß es sogar erlaubt sein, der Lebenskraft gewisse Qualitäten zuzuschreiben.

Drittes Buch.

Die Lehre vom thierischen Leben.

§. 75. Das thierische Leben (s. §. 60.) ist durch das Vermögen der Empfindung und der freiwilligen Bewegung ausgezeichnet. Die Organe der Empfindung, so wie aller geistigen Thätigkeit, sind Gehirn, Rückenmark und Nerven, die Organe der Bewegung sind die Muskeln. Die Knochen sind Theile, welche mit dem Nerven- und Muskelsysteme in unzertrennlicher Verbindung stehen (§. 36.). Theils aus diesem Grunde, theils weil die anatomischen Beschreibungen ohne vorläufige Darstellung des Gerippes der Klarheit entbehren, scheint es zweckmäßig, die Anatomie der Knochen in diesem Buche oben an zu stellen.

Erster Abschnitt.

Anatomie der Knochen (s. Tab. I.)

§. 76. Die Knochen haben den dreifachen Zweck: 1. für die weichen Theile des Körpers eine feste, gestaltbestimmende Unterlage abzugeben; 2. leicht verletzbare Theile, besonders Gehirn und Rückenmark, durch eine feste Bedeckung zu schützen; 3. einen Apparat von Hebeln zur Vervollkommnung der Ortsbewegung herzustellen. Man muß diese Punkte im Auge behalten, wenn man die Anordnung des Knochensystems verstehen will.

Um Stütze eines beweglichen Körpers sein zu können, verbinden sich die einzelnen Knochen zu einem gegliederten Ganzen, welches Skelet heißt. Die Verbindung der Knochenstücke ist mehr oder weniger innig, jenachdem eine freiere oder geringere Beweglichkeit derselben bezweckt wird. Die Verbindung wird gewöhnlich durch sehnige Bänder oder Kapselmembranen (s. §. 78.) vermittelt (in welchem Falle die einander zugewendeten Knochenenden eine gewisse Verschiebung zulassen), in seltneren Fällen

aber, und wo der Zweck der Beweglichkeit wegfällt, auch ohne diese. Bisweilen nämlich legen sich die Knochen mit rauhen, auch wohl zackigen Rändern so innig an einander, daß nur große Gewalt sie trennen kann, wie z. B. die Schädelknochen; oder ein Knochen ist mit einer Wurzel in der Höhle eines andern Knochen befestigt, wie die Zähne in den Kiefern; oder endlich die Knochen werden durch einen zwischenliegenden faserigen Körper zusammengeheftet, wie die Knochen der Wirbelbeine. Die Anatomen nennen die erste dieser unbeweglichen Verbindungen Naht, die zweite Einkeilung und die dritte Verwachsung.

Gewöhnlich liegen solche Knochen, welche der Gestalt und Bestimmung nach sich ähneln, neben einander, und bilden dadurch natürlich unterschiedene Partieen des Skelets, wie namentlich Kopf, Rumpf und Extremitäten.

Der Kopf besteht aus der Schädel- und aus der Gesichtsabtheilung. Erstere wird durch die Vereinigung sehr breiter, dünner Knochenstücke hervorgebracht, welche sich so an einander legen, daß eine sehr vollständige Höhle zum Schutze des Gehirns entsteht. Die Grundlage des Rumpfes ist das Rückgrat, welches aus 24 kurzen, dicken, ringförmigen Knochen besteht. Diese Ringe oder Wirbel setzen sich in der Art an einander, daß ein langer, ebenfalls sehr wohlverwahrter Knochenkanal entsteht, in welchem das Rückenmark Schutz findet. Der Rückenmarkskanal setzt sich nach unten durch das Kreuzbein fort, welches aus unbeweglichen, unter einander verwachsenen Wirbeln besteht, und noch mehr nach unten wird der Kanal durch das Steißbein, das Ende des Rückgrats, ziemlich vollkommen geschlossen. Weniger vollständige Höhlen, als die genannten, sind Brust-, Bauch- und Beckenhöhle. Erstere wird durch 24 Rippen hergestellt, die paarweise von den Rückenwirbeln ausgehen, bogenförmig nach vorn verlaufen, und hier durch das Brustbein geschlossen werden. Da die Rippen durch freie Zwischenräume getrennt sind, so ist der Brustkasten ein unvollkommneres Schutzorgan, als Schädel und Rückgrathöhle, gestattet aber eine freiere, dem Zwecke des Athmens entsprechende Bewegung. Die Bauchhöhle ist nur nach hinten vom Rückgrat und in ihrer obersten Partie von den letzten Rippen geschützt. Die Beckenhöhle ist wieder vollkommner. Das Becken besteht aus Hüft-, Scham-.

und Sitzknochen, die zusammen einen Ring bilden, der nach hinten vom Kreuzbein geschlossen wird.

Die Knochen der Gliedmaßen oder Extremitäten bilden keine Höhlen, sie haben nur die Bestimmung, für die Weichtheile einen Halt und für die bewegenden Kräfte Hebel abzugeben. Diese Knochen sind, der Gestalt der Glieder entsprechend, besonders lang und dünn, nur in der Hand- und Fußwurzel kurz und dick, und mehr als alle übrigen Knochen beweglich unter einander verbunden.

§. 77. Die Stelle, wo zwei Knochen beweglich mit einander verbunden sind, heißt Gelenk. Die freieste Bewegung gestattet das sogenannte freie Gelenk (arthrodia). Es besteht da, wo ein Knochen die Fähigkeit hat, die Figur eines Kegels zu beschreiben, dessen Spitze im Drehpunkt des Gelenks, und dessen Basis in dem bewegten Ende des Knochens liegt. Am vollkommensten ist die Arthrodia, wenn ein kugelförmiges Ende des beweglichen Knochens in eine kugelförmige Höhle eines zweiten Knochens eingepaßt ist. Indeß genügt es schon, wenn nur ein abgerundetes Ende des einen Knochens an einer vertieften Stelle eines andern sich bewegen kann. Gewerbgelenk (ginglymus) findet da statt, wo den Knochen nur eine einseitige Bewegung gestattet ist, wie sie unsere Taschenmesser haben, deren Klinge sich einschlägt. Knochen, die durch Ginglymus verbunden sind, können so bewegt werden, daß sie einen kleinern oder größern Winkel, oder auch gar keinen Winkel mit einander bilden, letzteres nämlich dann, wenn beide in gleiche Richtung gebracht sind. Ein solches Gelenk ist das Knie, welches nur Beugung und Streckung gestattet, während ein freies Gelenk nicht nur diese, sondern gleichzeitig ein Bewegen nach außen und innen erlauben würde. Das Gewerbgelenk entsteht dadurch, daß zwei Erhabenheiten des einen Knochens in zwei Vertiefungen des andern eingreifen, und also eine Art Gewinde oder Charnir herstellen.

Drehgelenk (rotatio) findet da statt, wo von zwei parallel neben einander liegenden Knochen der eine sich um den andern drehen kann. So dreht sich der Speichenknochen des Unterarms um den Ellenbogenknochen, und bewirkt, daß bei ausgestrecktem Arme der Rücken der Hand bald nach oben, bald

nach unten gerichtet ist. Der eigenthümliche Mechanismus des Drehgelenkes wird unten Erläuterung finden.

Das straffe Gelenk (amphiarthrosis) erlaubt den Knochen nur eine höchst geringe Bewegung, indem einerseits die Gelenkflächen der Knochen zu wenig abgerundet, andererseits die Gelenkbänder zu straff angezogen sind, als daß eine beträchtliche Verschiebung möglich wäre. Die Amphiarthrosis ist in den Knochen der Hand- und Fußwurzel benutzt.

§. 78. Alle Gelenkenden der Knochen sind mit glatten, schlüpfrigen Knorpeln überzogen, wodurch Friktion vermieden und die Bewegung erleichtert wird. Die Verbindung der Knochen in den Gelenken wird durch sehnige Bänder hervorgebracht, welche von dem einen Knochen über das Gelenk hinweg zu dem andern gehen. Sie sind überaus fest, zerreißen aber dennoch eher, als daß sie sich von den Knochen trennten, mit denen sie verwachsen sind. Der Gestalt nach gleichen sie bald kurzen Bändern, bald breiten Membranen. Letztere umwachsen nicht selten das Gelenk von allen Seiten, und heißen Kapselmembranen, weil sie wirklich das Gelenk wie eine Kapsel einschließen. Die Gestalt, Lage und Straffheit der Bänder bestimmt nicht nur den Grad der Beweglichkeit, sondern auch den Gang des Gelenkes. Sind die Bänder sehr straff angezogen und verbinden sie die Gelenkenden beider Knochen auf allen Seiten, so ist nur insofern einige Bewegung möglich, als die Bänder Nachgiebigkeit besitzen. Sind dagegen Bänder nur auf zwei gegenüber liegenden Seiten des Gelenkes befestigt, so bleiben zwei andere Seiten übrig, nach welchen das Gelenk sich beugen kann. Bänder der Art heißen Seitenbänder. Sie finden sich namentlich am Gewerbgelenk, und sind dann so angebracht, daß die Gelenkachse mit ihren Enden rechtwinklig auf sie zu stehen kommt. Die Kapselmembranen müssen die Bewegung mehr als alle andern Ligamente beschränken, wenn sie sehr straff angezogen sind und Knochenenden verbinden, welche mit geraden Flächen an einander liegen. Wenn dagegen die Kapselmembran nicht zu eng ist, und wenn das abgerundete Gelenkende des einen Knochens in eine runde Gelenkhöhle des andern eintritt, so gestattet es die allerfreiste Bewegung. Aus diesem Grunde sind die Gelenke, wo Arthrodia statt findet, sämmtlich mit Kapsel-

membranen versehen, deren innere Höhle äußerst glatt und in Folge einer Absonderung eiweißartiger Flüssigkeit sehr schlüpfrig ist.

§. 79. Das Rückgrat besteht theils aus wahren Wirbeln, d. h. solchen, welche beweglich unter einander verbunden sind, theils aus falschen Wirbeln, d. h. solchen, welche unter einander verwachsen sind. Der wahren Wirbel sind 24, nämlich 7 Halswirbel, welche am beweglichsten verbunden sind, 12 rippentragende Rückenwirbel, die weniger Bewegung gestatten, und 5 Lendenwirbel, die wieder etwas freier verbunden sind. Nach den Lendenwirbeln folgen 5 Kreuzbeinwirbel, welche vollkommen unter einander verwachsen sind und die ringförmigen Beckenknochen auf ähnliche Weise tragen, wie die Rückenwirbel die bogenförmigen Rippen. Als Endstück des Rückgrats finden wir das Steißbein, welches aus 4 unvollständigen, undurchlöcherten und unter einander verwachsenen Wirbeln besteht. Es ist mit dem Kreuzbein so verbunden, daß es eine zwar geringe, aber bei den Frauen, in Bezug auf die Geburt, dennoch wichtige Bewegung gestattet.

An den Wirbelbeinen (Tab. I. Fig. 2.) unterscheidet man den Körper, den Ring und die Fortsätze. Der Körper (1.) ist ein solider, mehr breiter als hoher Cylinder. Das Ringstück (2.) liegt hinter dem Körper und mit ihm in gleicher Ebene. Jeder Ring hat 7 vorspringende Fortsätze, 2 nach oben (4. 4.) und 2 nach unten (6. 6.) gerichtete Gelenkfortsätze, deren obere sich mit den entsprechenden untern Gelenkfortsätzen des höher liegenden Wirbels verbinden, und umgekehrt. Außerdem findet sich zu jeder Seite ein nach außen gerichteter Querfortsatz (3. 3.) und ein nach hinten gerichteter Dornfortsatz (5.). Sie alle dienen den Muskeln zum Ansatz.

Die Wirbel sind am Rückenmark gleichsam aufgereiht, so daß Ring an Ring und Körper an Körper liegt. Zwischen den Körperstücken liegen Scheiben von Faserknorpel, welche mit den beiden angrenzenden Knochenstücken verwachsen. Daher können 2 Wirbel sich nur so viel bewegen, als die Dehnbarkeit der zwischenliegenden Knorpelscheibe gestattet, eine Beschränkung, die nöthig war, um das im Wirbelkanal gelegene Rückenmark vor Quetschung zu schützen. Andrerseits aber ist die Beweglichkeit des Rückgrats im Ganzen dennoch ansehnlich, denn da es 24

Stellen giebt, wo Bewegung möglich ist, so muß die Summe aller Bewegungen eine ziemlich große sein. Die Halswirbel gestatten die stärkste Beugung, weil die zwischen ihnen liegenden Faserscheiben unter allen die dicksten, im Querdurchmesser dagegen die kleinsten sind. Die umgekehrten Verhältnisse finden sich an den Zwischenknorpeln der Rückenwirbel, daher diese den unbeweglichsten Theil des Rückgrats bilden. Die Gelenkfortsätze zweier angrenzender Wirbel sind durch Kapselmembranen, die Ringstücke ebenfalls durch Membranen des elastischen Gewebes verbunden. Der Rückgratskanal ist daher vollkommen geschlossen, und nur zwischen den Körpern und den schiefen Fortsätzen zweier Wirbel bleiben offne Lücken, durch welche die Rückenmarksnerven austreten.

§. 80. Der Bau der einzelnen Wirbel ist nicht ganz gleich. Der erste Halswirbel (atlas) hat keinen Körper und stellt nur einen Ring dar. Er ist mit dem Schädel durch ein Gewerbgelenk, mit dem zweiten Halswirbel (epistropheus) durch Drehgelenk verbunden. Das erstere vermittelt die Beugung des Hauptes, das letztere die Drehung, und diese Vertheilung der Bewegungen des Kopfes auf zwei Gelenke war das sicherste Mittel, das Rückenmark vor Druck zu schützen.

Die Dornenfortsätze der Halswirbel sind kurz, die der Rükkenwirbel lang und etwas nach unten gerichtet. Die Querfortsätze der Halswirbel sind durchbohrt, zum Durchgang der Wirbelschlagader; die Querfortsätze der Rückenwirbel sind groß und stark, um den Rippen einen Haltpunkt zu bieten.

§. 81. Das Kreuzbein (Fig. 1. 12.) hat die Gestalt einer stumpfen Pyramide, deren breiter Theil nach oben sich mit den Lendenwirbeln verbindet. Nach vorn, wo dieser Knochen die hintere Wand des Beckens abgiebt, ist das Kreuzbein konkav, nach hinten ist es gewölbt. Beim neugebornen Kinde besteht es deutlich aus fünf Wirbeln, beim Erwachsenen sind diese zwar verschmolzen, doch bleiben die Zwischenwirbellöcher zum Austritt der Nerven offen. Das Steißbein ist ebenfalls pyramidalisch gebildet, und befestigt sich mit seiner breitern Basis in das untere Ende des Kreuzbeins. Es krümmt sich wie das Kreuzbein nach unten und vorwärts, und begrenzt die Beckenhöhle nach unten und hinten.

§. 82. Die Brusthöhle ist nach vorn vom Brustbein (Fig. 1. 13.) geschlossen, einem langen, flachen Knochen, der oben breiter, unten spitzer und im Ganzen ziemlich schmal ist. Es besteht eigentlich aus drei Knochenstücken, die aber häufig verwachsen. Die Rippen sind gebogene, mehr breite als dicke Knochen, einem Stück Reifen der Gestalt nach vergleichbar. Sie umkreisen die Brusthöhle und verbinden Rückgrat und Brustbein. Auf jeder Seite finden sich 12 Rippen, indem jeder Rükkenwirbel 2 trägt.

Am Rückgratende jeder Rippe befindet sich ein Köpfchen, welches auf dem rundlichen Rippenhalse aufsitzt und die Befestigung der Rippen an den Wirbelkörpern vermittelt. Unweit des Köpfchens findet man, an der äußern, gewölbten Seite jeder Rippe, einen kleinen Höcker, welcher sich mit dem Querfortsatze des Rückenwirbels einlenkt. Am Brustbeinende bestehen die Rippen aus Knorpelmasse. Die 7 obersten Rippen jeder Seite, welche auch wahre Rippen heißen, heften sich mit ihren Knorpeln an das Brustbein, die 5 untern oder falschen Rippenpaare dagegen sind nicht mit ihm verbunden, sondern jede tiefer liegende heftet sich an die nächst vorhergehende.

Die Rippen gehen nicht ganz gerade nach vorn, sondern ihr Brustbeinende hängt ein wenig nach unten, desgleichen ist die convexe Seite jeder Rippe nicht vollständig nach außen, sondern etwas nach unten gewendet. Hierdurch wird die Brusthöhle kleiner, als sie sein würde, wenn die Rippen nicht abwärts hingen. Die Einlenkung der Rippen ist aber der Art, daß dieses Hängen durch Muskelkraft vermehrt und vermindert werden kann, wodurch die Brusthöhle nach Umständen verengert oder erweitert wird.

§. 83. Das Becken wiederholt einigermaßen den Bau der Brusthöhle. Bogenförmige Knochen entspringen zu jeder Seite des Kreuzbeins, laufen nach außen und vorn, und stoßen zuletzt in der Mittellinie des Körpers zusammen, so daß ein Knochenring entsteht. Die in der Schamgegend gelegene vorderste Stelle des Ringes liegt auch hier am tiefsten, so daß das Bekken eine starke Neigung nach unten hat.

Beim Embryo besteht das Becken jederseits aus 3 getrennten Knochenstücken, welche zwar später verwachsen, aber von den

Anatomen auch nach der Verwachsung mit besondern Namen bezeichnet werden. Diese Knochen sind die Darmbeine, die Sitzbeine und die Schambeine.

Die Darmbeine (Fig. 1. 16.) sind große, flache, etwas muldenförmige Knochen, deren konkave Seite dem oberen Theile der Beckenhöhle, und deren konvexe Seite dem oberen Theile des Gefäßes zugekehrt ist. Sie entspringen von den seitlichen scharfen Kanten des Kreuzbeins und setzen die Richtung nach außen und vorn fort.

Das Kreuzbein und die beiden Darmbeine beschreiben ungefähr $\frac{1}{3}$ eines Kreisbogens und schließen die Höhle des sogenannten großen Beckens nach hinten, während die vordern $\frac{2}{3}$ offen bleiben.

Von den innersten und untersten Enden der Darmbeine beginnen die Schambeine (Fig. 1. 17.), cylindrische, rippenartig gebogene Knochen, welche nach vorn und innen verlaufen, und zuletzt in der Mittellinie des Körpers, an der Schambeinfuge, zusammentreffen und verwachsen. Die Schambeine senken sich im Verlauf beträchtlich nach unten, so daß die Schambeinfuge tiefer liegt, als der Ursprung der Knochen. An dieser Fuge entspringt von jedem Schambeine ein nach unten gerichteter Fortsatz, der mit dem Sitzbein in Verbindung tritt.

Das Sitzbein (Fig. 1. 18.) ist ein bogenförmiger Knochen. Der eine Schenkel des Bogens (absteigender Ast des Sitzbeins) beginnt am untersten Ende des Darmbeins und setzt sich nach unten fort; der zweite Schenkel (aufsteigender Ast) steigt, indem er mit ersterem einen Winkel bildet, nach oben und innen, und vereinigt sich mit dem absteigenden Aste des Schambeins. Das Sitzbein bildet also einen Bogen, dessen konvexe Seite nach unten, und dessen konkave Seite nach oben gerichtet ist. Die unterste Stelle des Bogens schwillt zu einem Höcker, dem Sitzbeinhöcker, an. Sitzbein und Schambein jeder Seite bilden zusammen einen Ring, welcher das eiförmige Loch einschließt. Die Höhle des sogenannten kleinen Beckens wird durch die Schambeine nach vorn, durch die Sitzbeine an den Seiten, und durch die untere Hälfte des Kreuzbeines und durch das Steißbein nach hinten begrenzt. Der Ausgang des Beckens bildet den engsten Theil der Höhle. Der Längendurch-

messer, von der Spitze des Steißbeins bis zur Schambeinfuge gerechnet, und der Querdurchmesser, von einem Sitzbeinhöcker bis zum andern, gleichen sich ziemlich, und betragen in einem wohlgebildeten weiblichen Becken gegen 4 Zoll rheinisch. An der äußern Seite des Beckens, an der Stelle, wo die erwähnten 3 Knochenstücke zusammenstoßen, findet sich eine tiefe, kugelförmige Gelenkhöhle (acetabulum) zur Aufnahme des Schenkelkopfes.

§. 84. Die Schädelknochen vereinigen sich unter einander durch Nähte und bilden die Schädelhöhle, welche durch das Hinterhauptsloch mit der Höhle des Rückgrats zusammenhängt. Es giebt 7 Schädelknochen, von welchen die Mehrzahl breit, flach, nach innen konkav, nach außen konvex gebildet ist, doch ist bei einigen, welche Antheil an der Bildung des Gesichtstheiles haben, die Gestalt sehr unregelmäßig.

An der Basis des Schädels und am Hinterhaupt findet sich das Hinterhauptsbein (Tab. III. Fig. 14. H.). In diesem findet sich, genau über der Oeffnung des ersten Halswirbels, das Hinterhauptsloch, als Durchgang für das Rückenmark. Zu den Seiten dieses Loches finden sich zwei Gelenkfortsätze, welche in ein Paar Gelenkgruben des Atlas (§. 80.) eingepaßt sind und den Kopf zu beugen gestatten. An der äußern Seite jedes Gelenkfortsatzes findet sich ein Loch (foramen condyloideum) durch welches der Zungenfleischnerv aus dem Schädel tritt.

Vor dem Hinterhauptsbeine, als Schlußstück der Schädelhöhle, nach unten und vorn, liegt das Keilbein (Fig. 14. K.) dessen sehr verwickelter Bau eine deutliche Beschreibung im Kurzen nicht zuläßt. Es bildet mehrere Fortsätze nach außen, die an der Bildung des Gesichts Antheil haben. Solche Fortsätze sind: 1. die kleinen Flügelfortsätze, welche in die Augenhöhlen mit eingehen, und an ihrem Ursprunge von dem Sehloch durchbohrt sind, durch welches der Sehnerv austritt; 2. die großen Flügelfortsätze, welche den hintersten Theil der Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schlafhöhle abgeben. Sie sind von dem runden und dem ovalen Loche durchbrochen, durch welche der zweite und der dritte Ast des fünften Nervenpaares austreten; 3. die Gaumenflügelfortsätze, welche den hintersten Theil des

Gaumens darstellen. Die beiden Schlafbeine bestehen aus dem Schuppentheile (Fig. 1. 3.), welcher die Schädelhöhle nach außen schließt, und aus dem Felsenbein, welches die Basis der Schädelhöhle bilden hilft, indem es sich zwischen eine Lücke des Keilbeines und Hinterhauptbeines einschiebt. Zwischen Felsenbein und Hinterhauptbein wird die Lücke nicht vollständig geschlossen, sondern es bleibt ein Loch frei, durch welches die Drosselvene und das neunte, zehnte und elfte Hirnnervenpaar austreten. Dieses Loch heißt Drosselvenenloch. Im Felsenbeine finden sich die Höhlen des Gehörorgans und außerdem zwei gewundene Kanäle, durch deren weiteren die Kopfschlagader in die Schädelhöhle gelangt, während der engere den Gesichtsnerv nach außen leitet. Am Schuppentheile bemerkt man äußerlich: 1. eine Oeffnung als Zugang zum innern Ohr; 2. einen Knochenfortsatz, der sich mit dem Wangenbein verbindet; 3. eine Gelenkhöhle an der Basis jenes Fortsatzes, bestimmt, den Gelenkknopf des Unterkiefers aufzunehmen.

Die Scheitelbeine (Fig. 1. 2.) sind viereckige, gewölbte, ganz glatte Knochenschalen, welche die Schädelhöhle nach oben schließen.

Das Stirnbein (Fig. 1. 1.) ist ein muschelförmiger Knochen, welcher den vordersten Theil der Hirnschale bildet. Es ist mit mehreren Fortsätzen versehen, die das Gesicht bilden helfen, nämlich dem Nasenfortsatz, zur Befestigung der Nasenknochen, den Augenhöhlenfortsätzen, welche die oberste Wand der Augenhöhlen abgeben, und den Jochfortsätzen, welche mit dem Joch- oder Wangenbeine in Verbindung treten, und zur Scheidung der Augen- und Schlafhöhlen beitragen.

Das Siebbein (Fig. 14. S.) schließt die Schädelhöhle nach unten und vorn, und hilft die Augen- und Nasenhöhlen bilden. Der im Innern des Schädels bemerkliche Theil ist, zum Durchtritt der Riechnerven, mit einer Menge kleiner Löcher versehen und heißt deshalb Siebplatte. Der übrige Theil des Knochens liegt zwischen den Augenhöhlen, deren innere Wandungen von ihm herrühren, und bildet eine Menge Zellen im obersten und hintersten Theil der Nase (Tab. II. Fig. 13. 3. 3.).

Das Gesicht hat mehr oder weniger die Gestalt einer Pyramide, deren Spitze das Kinn abgiebt, und deren Basis an

dem Grund der Schädelhöhle anliegt. Es wird durch 14 Knochen gebildet, die mit Ausnahme des Unterkiefers sämmtlich unbeweglich untereinander verbunden sind.

Die Oberkiefer (Fig. 1. 5.) liegen am vordersten Theil des Gesichts, und tragen wesentlich zur Bildung von Mund-, Nasen- und Augenhöhlen bei. Sie sind es, welche zum größern Theil die äußere Nasenöffnung umgeben, und den vorspringenden, hufeisenförmigen Knochenrand bilden, in welchem die obern Zähne wurzeln. In der Mundhöhle bilden die Oberkiefer den vordern Theil des knöchernen Gaumens, welcher gleichzeitig Boden der Nasenhöhle ist. In den Augenhöhlen bilden sie den Boden, auf welchem das Auge ruht. Nach außen von der Nasenhöhle und unter der Augenhöhle liegt der Körper des Oberkiefers, welcher hohl ist. Diese ansehnlichen Kieferhöhlen sind nach innen hin offen, und stehen dadurch mit der Nasenhöhle in Zusammenhang.

Die Gaumenbeine (Fig. 14. G.) liegen hinter den Oberkieferbeinen, bilden das hinterste Dritttheil des harten Gaumens, und begrenzen die Nasenhöhle nach hinten und außen.

Die untern Nasenmuscheln (Tab. III. Fig. 17. 3.) haben ungefähr die Gestalt unserer Flußmuscheln. Sie liegen in der Nasenhöhle, mit ihrer konkaven Seite dem Ausgang der Kieferhöhle zugewendet, und nur mit ihrem oberen Rande an die Kieferbeine befestigt, beinah wie ein Wetterdach über einer Thüre.

Die Pflugschar ist ein unpaarer, platter Knochen, welcher den hintersten Theil der senkrechten Nasenscheidewand abgiebt.

Die Thränenbeine liegen am innern Winkel der Augenhöhle und bilden in Gemeinschaft mit den Oberkiefern die Thränenkanäle, welche unterhalb der untern Nasenmuscheln in die Nasenhöhle ausmünden.

Die Nasenbeine bilden den Rücken der äußern Nase.

Die Wangen- oder Jochbeine (Fig. 1. 4.) liegen unter dem vorspringendsten Theile der Backen. Indem sie sich mit dem Oberkiefer und dem großen Flügel des Keilbeins verbinden, tragen sie zur Bildung der Augenhöhle bei, die sie nach vorn, außen und unten schließen. In Verbindung mit dem Jochbeinfortsatz des Schlafbeins wölbt sich das Wangenbein, als

knöcherner Bogen über die Schlafgrube. Bei sehr entwickelten Kaumuskeln, welche in dieser Grube liegen, muß der Jochbogen stark nach außen vorspringen, was dem Gesicht ein thierisches Ansehen giebt.

Der Unterkiefer (Fig. 1. 7.) besteht aus dem Körper und den beiden Aesten. Ersterer ist hufeisenförmig, mit Zahnfächern versehen und durch den Kinnhöcker ausgezeichnet, der den Thieren abgeht. Die Aeste steigen vom Körper aus in einem stumpfen Winkel nach oben, und endigen sich in den abgerundeten Gelenkknopf, welcher sich an der Gelenkhöhle des Schlafbeins so frei bewegt, daß der Kiefer nicht nur in einer senkrechten Ebene, wie gewöhnlich beim Kauen, sondern auch in einer horizontalen bewegt werden kann. Durch die letztere Bewegung wird die feinste Zerkleinerung der Speisen ermöglicht, indem die Kauflächen der Zähne wie Mühlsteine auf einander reiben.

Den Bau der Zähne werden wir später bei der Beschreibung der Verdauungsorgane berücksichtigen.

§. 85. Die obere Extremität ist an den Schulterknochen: dem Schulterblatte und dem Schlüsselbeine, aufgehangen. Das Schulterblatt (Fig. 1. 19.) ist ein platter, dreieckiger Knochen, dessen lange Basis mit dem Rückgrat parallel läuft, und dessen nach außen liegende Spitze sich zu einer Gelenkpfanne abstumpft, die den Kopf des Oberarms aufnimmt. An der äußern, etwas convexen Fläche des Schulterblatts bemerkt man eine vorspringende Knochenleiste, welche von der Basis des dreieckigen Knochens quer nach der Gelenkpfanne zuläuft und, ehe sie noch diese erreicht, in einen flachen und breiten Fortsatz (Akromion) ausgeht. Das Schlüsselbein (Fig. 1. 20.) ist ein cylindrischer, etwas S-förmig gebogener Knochen, welcher sich in horizontaler Richtung vom obern Ende des Brustbeins bis zum Akromion des Schulterblatts erstreckt und hier wie dort mittelst sehniger Bänder fest ansetzt. Nur durch das Schlüsselbein wird das Schulterblatt mit dem Skelet verbunden.

Die obere Extremität selbst besteht aus Oberarm, Unterarm, Handwurzel und Hand.

Der Oberarmknochen (Fig. 1. 21.) ist ein langer Cylinder, der nach oben mit einem rundlichen Gelenkknopf versehen ist. Seine Gelenkverbindung mit dem Schulterblatt wird durch eine

Kapselmembran vermittelt und gestattet die freie Bewegung der Arthrodia. Am untern Ende wird der Knochen breiter in der Dimension von außen nach innen, und dünner in der Dimension von vorn nach hinten. Das Gelenk zur Aufnahme des Unterarms ist, wie die Verbreiterung des untern Knochenendes erwarten läßt, mehr breit als dick. Es kann der Gestalt nach einer Walze verglichen werden, deren Dicke nicht überall gleich ist. Die Walze ist nämlich an ihren beiden Enden und in der Mitte dicker, und folglich an zwei Stellen, die zwischen diesen Verdickungen liegen, dünner, so daß sie zwei neben einander liegende Rollen bildet.

Der Unterarm besteht aus zwei langen Röhrenknochen, dem Ellenbogenbein und der Speiche. Der Ellenbogenknochen (Fig. 1. 22.) befestigt sich mit seinem obern Ende an der innern Rolle des Oberarms und nimmt seine Richtung nach dem kleinen Finger der Hand; die Speiche (Fig. 1. 23.) grenzt an die äußere Rolle des Oberarms und geht zur Daumen-Seite der Hand. Bei ruhig herabhängendem Arme kreuzen sich daher beide Knochen, und nur wenn man die Hand so dreht, daß der Daumen nach außen zu liegen kommt, verlaufen die Knochen in paralleler Richtung. Das Ellenbogenbein ist oben dick, unten dünn, und trägt das Meiste zur Befestigung des Unterarms am Oberarm, dagegen sehr wenig zum Halte der Hand bei, welche es nicht einmal berührt. Es ist an seiner obern und vordern Seite mit einem halbmondförmigen Ausschnitt versehen, welcher sich an der innern Gelenkrolle des Oberarms so einlenkt, daß nur Beugung und Streckung möglich ist. Der Gelenkausschnitt bildet nicht das Ende des Knochens, sondern der Ellenbogenknorren (Olekranon) springt über das Gelenk aus und macht den Ellenbogen zu einem zweiarmigen Hebel. Die Speiche ist an ihrem untern Ende breit und giebt den Halt für die Hand ab. Nach oben ist sie dünn und endigt mit einem runden Köpfchen, an welchem sich zwar eine kleine Gelenkfläche für den Oberarm findet, dessen Hauptbestimmung jedoch darin besteht, ein Drehgelenk an dem Ellenbogen zu bilden. Ober- und Unterarm sind durch eine Kapselmembran und zwei Seitenbänder verbunden. Beide Seitenbänder gehen zum Ellenbogen, doch spaltet sich das äußere und umschlingt halsbandartig die dünne Stelle der Speiche, welche das Köpfchen trägt. In dieser Schleife kann die Speiche sich drehen, wobei

ihr unteres Ende, an welchem die Hand hängt, sich im Kreise um den Ellenbogen bewegt. In Folge dieses Mechanismus kann die Hand eine drehende Bewegung ausführen, welche Pronation heißt, wenn der kleine Finger nach außen, Supination aber, wenn dieser nach innen zu liegen kommt. Derselbe, für kunstfertige Bewegung so wohlberechnete, Mechanismus würde höchst hinderlich sein, wenn der Arm die Dienste eines Vorderfußes verrichten sollte. Benutzten wir den Arm zum Laufen, so würde die Hand nur die Speiche, und nur die Speiche würde den Oberarm stützen, wozu die kleine Gelenkfläche der Speiche ganz ungeeignet erscheinen muß.

Zwischem dem Unterarm und der Hand liegt die Handwurzel (Fig. 1. 24.), welche aus 8 kleinen, dicken Knochen besteht, die in zwei Reihen, je vier unter einander, liegen. Als ein Ganzes betrachtet, ist die Handwurzel halbmondförmig, und ihre convexe Seite ist dem Rücken der Hand zugekehrt. Wird die Krümmung dieses Bogens vermehrt, so wird gleichzeitig die Hand verschmälert. Mit dem Unterarm ist die Handwurzel durch freies Gelenk verbunden.

Die Mittelhandknochen (Fig. 1. 25.) sind fünf cylinderförmige Knochen, welche an ihrem obern Ende sich mit der Handwurzel verbinden, an ihrem untern jeder einen Finger tragen. Nur der Mittelhandknochen des Daumens ist frei eingelenkt, die übrigen sind fast unbeweglich.

Der Daumen hat zwei, die Finger haben drei Glieder. Die obersten Glieder sind mit den Mittelhandknochen durch freie Gelenke verbunden, im Uebrigen finden sich Gewerbgelenke.

§. 86. Die untere Extremität ist der obern ganz analog gebildet und besteht aus einem Knochen im Oberschenkel, aus zwei Knochen im Unterschenkel; zuletzt folgt Fußwurzel und Fuß.

Der Oberschenkelknochen (Fig. 1. 26.) ist der längste Knochen des Körpers. Er ist am obern Ende mit einem kugelförmigen Gelenkkopf versehen, welcher auf das genaueste in die Gelenkpfanne des Beckens paßt. Das Oberschenkelgelenk ist mit einer Kapselmembran umgeben, aber nach der merkwürdigen Entdeckung der Brüder Weber ist es nicht diese, sondern der Luftdruck, welcher den Schenkelkopf in der Pfanne hält. Am frischen Leichnam kann man alle Schenkelmuskeln und die Kapselmembran durchschneiden, und das Bein fällt doch nicht ab. Erst wenn man die Pfanne anbohrt und Luft eindringen läßt, fällt es ab.

Die dicke Kapselmembran dient zur Beschränkung der Bewegung, daher man z. B. den Schenkel gegen den Bauch, aber nicht gegen den Rücken beugen kann. Der Kopf des Schenkelknochens sitzt auf einem Halsstück, welches nach außen und unten herabsteigt und sich mit dem Körper des Knochens unter einem stumpfen Winkel vereinigt. An der Vereinigungsstelle findet sich nach außen ein stark vorspringender Knorren, der Rollhügel. Das untere Ende des Knochens ist dick und breit und mit einem doppelten, abgerundeten Gelenkfortsatze versehen. Zwischen diesen Fortsätzen befindet sich eine Vertiefung, so daß die Gelenkfläche eine einfache Rolle darstellt. Der Unterschenkel besteht aus dem starken Schienbein und dem weit dünneren Wadenbein. Beide Knochen liegen parallel neben einander, ersteres nach innen, letzteres nach außen. Das Schienbein (Fig. 1. 28.) ist nach oben sehr stark, und zur Unterstützung des Oberschenkels mit einer breiten, horizontalen Gelenkfläche versehen, auf welcher die runden Gelenkfortsätze des Schenkels, wie Räder, hin und her rollen, bei der Streckung vorwärts, bei der Beugung rückwärts. Der Halt des Kniegelenkes wird durch eine Kapselmembran und zwei Seitenbänder vermittelt. Letztere sind bei gebogenem Bein schlaff und gestatten dann eine kleine Drehung des Unterschenkels, bei gestrecktem Beine dagegen sind sie straff angezogen und widerstreben der Drehung. Das Wadenbein (Fig. 1. 29.) verbindet sich mit seinem obern Ende nicht mit dem Oberschenkel, sondern befestigt sich an dem Schienbeine nach oben und außen. Die untern Enden beider Unterschenkelknochen liegen neben einander und vereinigen sich zur Bildung einer Rolle, in welcher ein Gelenkfortsatz des Sprungbeins aufgenommen wird. Das Schienbein bildet den den innern, das Wadenbein den äußern Knöchel, und indem beide nach unten vorspringen, lassen sie zwischen sich die Rinne der gedachten Rolle. Das Kniegelenk ist nach vorn durch die Kniescheibe bedeckt.

Die Fußwurzel besteht aus 7 Knochen, dem Sprungbein (Fig. 1. 30.), welches sich mit dem Unterschenkel einlenkt, dem Fersenbein (Fig. 1. 31.), welches den nach hinten vorspringenden Fersenfortsatz abgiebt, ferner aus dem Würfelbein, dem Schiffbein und den drei Keilbeinen. Die Gelenkverbindung des Sprungbeines mit dem Unterschenkel gestattet Beugung und

Streckung des Fußes, die Einlenkung des Fersenbeins mit dem Sprungbein bedingt Drehung.

Auf die Fußwurzel folgen die fünf Mittelfußknochen und die fünf Zehen, die im Wesentlichen den Bau der Hand wiederholen, nur daß sie minder beweglich sind.

Zweiter Abschnitt.

Anatomie des Nervensystems.

(s. Tab. II. und III.)

§. 87. Die Nervensubstanz, deren Eigenthümlichkeit als Gewebe wir oben (§. 24.) angegeben haben, sammelt sich in der Schädel- und Rückenmarkshöhle in großen Massen an und bildet das, was man Centraltheile des Nervensystems nennt, nämlich Hirn und Rückenmark. An andern Stellen bilden sich fadenförmige Nerven, welche sämmtlich mit jenen Theilen zusammenhängen.

Bei keinem Thiere ist das Gehirn im Verhältniß mit den Nerven so groß als beim Menschen, doch ist nicht wahrscheinlich, daß hierauf das ungeheure geistige Uebergewicht des Menschen beruhe. Ueberhaupt hängen die Funktionen des Gehirns von viel feinern Form- und Mischungs-Verhältnissen ab, als unsere Sinne erkennen, da zwischen dem Hirn eines Blödsinnigen und eines reich begabten Mannes oft nicht der mindeste Unterschied nachweisbar ist.

§. 88. Von außerordentlicher Wichtigkeit ist der Verlauf der Fasern in den Centraltheilen, indem der Gang der Empfindung und des Willens dem Gange jener zu folgen scheint. So kreuzen sich gewisse Nervenfasern, welche von den beiden Hirnhälften zu den Augen und andrerseits durch das Rückenmark zu den Nerven der Arme und Beine gehen, womit zusammenhängt, daß bei Lähmungen der linken Hirnhälfte das Auge und die Gliedmaßen der rechten Körperhälfte außer Thätigkeit kommen. Gelänge es, die äußerst verwickelte Faserung des Gehirns vollständig kennen zu lernen, so würde die Physiologie des Nervensystems einen Riesenschritt vorwärts thun.

Die Fasern des Gehirns und Rückenmarks gehen in einander über, doch kann man nicht sagen, daß das Rückenmark durch die Fasern des Gehirns, oder dieses durch die Fasern von jenem gebildet werde. Beide Theile entstehen im Fruchtleben gleichzeitig. Selbst die Nerven, welche später entstehen als die Centraltheile, wachsen nicht aus diesen hervor, sondern werden an der Stelle gebildet, wo sie liegen. Hiernach müssen Ausdrücke wie: Ursprung und Verlauf der Nerven verstanden werden.

§. 89. Die Nerven sind fadenförmige Verlängerungen der Hirn- und Rückenmarksubstanz, welche sich baumförmig in den Organen verzweigen. Diese Verzweigung entsteht durchaus nur dadurch, daß die in den Nerven enthaltenen Bündel oder Fasern auseinander treten, nie durch Verästelung der Markfasern selbst, welche in ihrem ganzen Verlaufe sich als einfache, ungetheilte Fäden verhalten. Hieraus ergiebt sich, daß die Zweige, welche aus einem Stamme hervortreten, in diesem keine vollständige Vereinigung finden, vielmehr ist jeder Zweig in seinem Stamme schon vorgebildet und als ein Selbstständiges eingeschlossen.

§. 90. Die Aeste eines oder auch verschiedener Nerven verbinden sich unter einander und bilden Schlingen, welche Anastomosen genannt werden. Von großem Interesse würde es sein, zu wissen, ob in den Anastomosen die Enden der Elementarfasern selbst sich vereinigten und Schlingen bildeten. So nämlich anastomosiren die Schlagadern, welche das Blut den Organen zuführen, mit den Venen, welche dasselbe wegführen, und man würde, wenn sich die Nervenenden auf gleiche Weise vereinigten, mit einiger Wahrscheinlichkeit auf einen Kreislauf des thätigen Princips der Nerven schließen können. In der That haben einige neuere Beobachter ein Umkehren der einfachen Nervenfasern zu bemerken geglaubt. Indeß ist die Streitfrage noch nicht entschieden. In den Anastomosen der Nervenästchen, welche eine Mehrzahl von Nervenbündeln, oder doch von einfachen Fasern enthalten, verschmelzen nur die Nervenscheiden (§. 24.), die Bündel aber, oder die einfachen Fasern treten ohne irgend eine Verschmelzung in die Scheide des andern Nerven über.

§. 91. Nervengeflechte entstehen durch vervielfältigte Anastomosen und durch netzförmige Verbindung der einzelnen Aeste und Zweige. An den Kreuzungsstellen vermischen sich die Ner-

venbündel, indem sie aus einer Nervenscheide in die andre übergehen. Daher sind die Nerven, welche aus einem Geflecht austreten, den eintretenden keineswegs gleich, und können Fasern enthalten, welche an sehr verschiedenen Stellen des Hirns und Rückenmarks entsprungen waren.

§. 92. Wie die letzten kleinen Nervenzweige und namentlich die Enden der Elementarfasern sich verhalten, ist noch nicht hinreichend ermittelt. Gleichwohl wäre es äußerst wichtig, dieses Verhalten zu kennen. Denn da man genöthigt ist, alle Empfindungen von den Nerven herzuleiten, so ist es sehr auffallend, daß in der Haut, welche nirgends empfindungslose Stellen zeigt, die Nervenästchen verhältnißmäßig ziemlich vereinzelt liegen. Prochaska stellte daher die Vermuthung auf, daß die Nerven sich zuletzt in eine formlose Masse auflösen, welche mit dem Gewebe der empfindenden Organe verschmelzen.

§. 93. Ganglien sind graurothe, von festen Hüllen umgebene Anschwellungen der Nerven, welche gewöhnlich an Stellen liegen, wo mehrere Zweige zusammenstoßen. In den Ganglien trennen sich die verschiedenen Bündel des eintretenden Nerven, indem sie eine halbdurchsichtige, graurothe, aus Klümpchen bestehende Masse zwischen sich nehmen, vereinigen sich aber wieder im austretenden Nerven. Es scheint ausgemacht, daß ein Theil der eintretenden Nervenbündel mit den austretenden in ununterbrochenem Zusammenhang steht, und daß diese Bündel bei dem Durchtritt durch den Nervenknoten ihr Neurilem nicht verlieren. Aber von allen Nervenbündeln ist dies nicht erwiesen. Vielmehr sind viele Anatomen der Meinung, daß in den Nervenknoten neue Fasern aus der grauen Masse entstehen, worauf die unverhältnißmäßige Dicke der austretenden Nerven hindeutet, obschon diese möglicher Weise von bloßer Verstärkung der Nervenscheiden und des Neurilems (§. 24.) herrühren könnte.

§. 94. Das Nervensystem ist höchst symmetrisch angeordnet. Die wenigen einfachen Theile liegen in der Mittellinie des Körpers und scheinen sämmtlich bestimmt, die linke Partie der Centraltheile mit der rechten zu verbinden. Alle doppelt vorhandenen Theile liegen ganz gleichmäßig angeordnet auf der rechten und linken Seite des Körpers. Unsymmetrisch ist nur der sympathische Nerv, auch ist er der einzige unpaare.

Man unterscheidet im Nervensystem zwei Partieen, die des thierischen Lebens und die des pflanzlichen. In der ersten, an Umfang beträchtlich größern Klasse, unterscheidet man die Centraltheile von den peripherischen, und rechnet zu den erstern Gehirn und Rückenmark, zu den letztern die Nerven.

Das Gehirn (Tab. II. Fig. 8.) besteht aus einer weichen markartigen Masse, welche die Schädelhöhle ausfüllt und folglich in der Hauptsache dieselbe Form hat, als diese. Es ist ziemlich eirund, und zwar von vorn nach hinten länger, als in den beiden Dimensionen der Breite und Tiefe. Genauer betrachtet besteht das Gehirn aus mehrerern, durch tiefe Einschnitte gesonderten Theilen, welche sich in der Form der Schädelhöhle an einander legen. Diese Theile sind 1) das große Gehirn, welches selbst wieder durch einen tiefen Längeneinschnitt in eine rechte und linke Hälfte (die beiden Hemisphären) getrennt wird, 2) das kleine Gehirn und 3) das verlängerte Mark. Letzteres ist eine Fortsetzung des Rückenmarks, tritt, in der Form eines Cylinders, durch das Hinterhauptsloch in den Schädel und läßt die beiden Gehirne gewissermaßen aus sich herauswachsen. Es bildet nämlich, bald nachdem es in die Schädelhöhle getreten, nach hinten das kleine Gehirn, und nachdem es noch ein Stück nach vorn und oben verlaufen, geht es ohne bestimmte Grenze in das große Gehirn über. Demnach liegt das verlängerte Mark auf der aufwärts steigenden Basis der Schädelhöhle, vom Hinterhauptsloch nach vorn, das kleine Gehirn liegt in der untersten und hintersten Partie der Schädelhöhle, und der noch übrige beträchtliche Raum nach oben und vorn wird von dem großen Gehirn ausgefüllt.

§. 96. Das verlängerte Mark (Fig. 8. a.) ist von weißer Farbe und zeigt Fasern, welche der Länge nach verlaufen. An seiner hintern und obern Seite bemerkt man eine Rinne, in deren Tiefe etwas graue Substanz abgesetzt ist. Das kleine Gehirn (Fig. 8. i. und Fig. 14. 1.) kann der Gestalt nach mit zwei kurzstieligen Pilzen verglichen werden, deren Köpfe zu Einem verwachsen sind. Was wir mit den Stielen vergleichen, sind die sogenannten Schenkel des kleinen Gehirns, deren einer auf dem linken, der andre auf dem rechten Rande der erwähnten Rinne aufsitzt. Durch diese Einrichtung entsteht ein umschlossener Raum, die vierte Hirnhöhle. Ihren Boden bildet die Rinne

des verlängerten Marks, die Schenkel des kleinen Gehirns sind die Seitenwände, und das kleine Gehirn selbst überwölbt die Höhle wie ein Dach (man vergleiche Fig. 9. 2. und Fig. 14. 4.). Untersucht man die Faserung der genannten Theile, so findet man Fasern, welche, aus dem Rückenmark austretend, durch den Hirnschenkel in das kleine Gehirn gehen, während andrerseits Fasern aus dem kleinen Gehirn zurück zum verlängerten Mark, und mit diesem noch oben und vorn laufen. Jeder Schenkel besteht also aus zwei Faserpartien, deren Grenze, im Innern der vierten Hirnhöhle, durch eine Furche angedeutet ist. Aus den Nervenfäden des Rückenmarks entstanden, müßte das kleine Gehirn eine weiße Farbe haben, wenn es nicht von außen her mit der grauen oder Rindensubstanz überzogen wäre (§. 24.). Das kleine Gehirn ist durch tiefe Quereinschnitte in Lappen, und jeder Lappen durch kleine Einschnitte in Läppchen getheilt. In jedem Lappen und jedem Läppchen liegt weiße Substanz, umgeben von einer dünnen Schicht grauer. Daher kommt es, daß, wenn man einen senkrechten Schnitt durch das kleine Gehirn von vorn nach hinten führt, die Schnittfläche den Anblick eines weißen Baumes auf grauem Grunde gewährt (Tab. III. Fig. 14. 2.)

§. 97. Außer den Fasern des Rückenmarks gehen zu dem kleinen Gehirn noch Fasern des Hirnknotens oder der Varolsbrücke (Fig. 8. b.). Mit diesem Namen bezeichnet man einen Ring von Nervenfasern, durch welchen das verlängerte Mark hindurchtritt. Dieser Ring bildet einen vorspringenden Wulst, welcher nach unten und vorn das verlängerte Mark umkleidet, an den Seiten die Schenkel des kleinen Gehirns bedeckt, nach oben und hinten aber sich in der Masse des kleinen Gehirns verliert.

§. 98. Unmittelbar vor der vierten Hirnhöhle schwillt die hintere und obere Seite des verlängerten Marks zu einem Knoten an, welcher durch zwei sich kreuzende Furchen so markirt wird, daß vier rundliche Hügel entstehen. Diese Hügel erheben sich nach hinten und oben und heißen Vierhügel (Fig. 9. 5.) Diesem Organ gegenüber, also an der Basis des Gehirns, sieht man das verlängerte Mark aus dem Ringe der Varolsbrücke heraustreten und mit einem doppelten Bündel von Längenfasern sich in das große Gehirn ausbreiten. Diese Faserbündel heißen

Hirnschenkel (Fig. 8. c.). Indem die Hirnschenkel nach vorn und oben sich fortsetzen, entfernen sie sich von einander, und es würde eine offene Spalte entstehen, wenn nicht graue Hirnmasse, der graue Hügel genannt, den Raum zwischen beiden ausfüllte. Von diesem Hügel geht ein kegelförmiger, hohler Theil aus, der Trichter nämlich, an dessen äußerster Spitze der Hirnanhang, wie eine Frucht an einem Stiele, anhängt. (Tab. II. Fig. 8. e. der Trichter.)

§. 99. Was wir vorher von den Hirnschenkeln gesagt haben, gilt von den Theilen derselben, welche nach vorn und unten gerichtet sind, und welche auf der Basis der Schädelhöhle aufliegen. Betrachtet man aber die Hirnschenkel von oben und hinten, so sieht man auf jedem einen ansehnlichen Hügel aus grauer Hirnmasse. Diese Hügel, die sogenannten Sehhügel, (Fig. 9. 7.) würden eine einzige Masse abgeben, wenn nicht eine tiefe Längenspalte sie trennte. Beide Hügel grenzen unmittelbar an die weiter hinten liegenden Vierhügel und werden von dem vordern Paare der letztern nur durch eine seichte Querfurche geschieden. Die zwischen den Sehhügeln liegende Spalte heißt dritte Hirnhöhle. Ihren Boden giebt die graue Masse ab, welche an der Basis des Gehirns zwischen die Hirnschenkel sich einschiebt. Nach hinten geht die Höhle mittelst eines Kanals, Wasserleitung des Sylvius genannt (Fig. 14. 6.), in die vierte Hirnhöhle über, und dieser Kanal ist wie ein Stollen unter den vier Hügeln hinweggetrieben.

§. 100. Aus den Hirnschenkeln, welche selbst als Fortsetzung des verlängerten Marks zu betrachten sind, erwächst, wie schon angedeutet wurde, das große Gehirn. Eine senkrechte Längenspalte trennt dieses in eine linke und rechte Hemisphäre. Jede Hemisphäre ist scheinbar aus dem Hirnschenkel ihrer Seite entwickelt. Indem jede sich nach allen Seiten ausbreitet, um den noch übrigen leeren Raum der Schädelhöhle zu füllen, bedeckt sie auch mit ihrer hintern Partie Sehhügel, Vierhügel und kleines Gehirn ihrer Seite. Um letztere zu sehen, muß man also die sogenannten hintern Lappen des großen Gehirns entfernen.

§. 101. In der Mitte jeder Hemisphäre befindet sich eine Höhle, Seitenventrikel, welche dadurch entsteht, daß die aufwärts steigenden Fasern der Hirnschenkel sich radienförmig trennen,

Bayerische Staatsbibliothek München

einen leeren Raum allseitig umwölben und nach oben wieder zusammentreffen. Die Fasern der Hirnschenkel würden an sich nicht ausreichen, die ausgedehnten und dicken Wandungen der Hirnhöhlen herzustellen, wenn nicht vorher eine Vermehrung ihrer Masse einträte. Diese geschieht theils in den schon erwähnten Sehhügeln, theils in den gestreiften Körpern (Fig. 9. 9.), birnenförmigen, auf dem Boden der Seitenventrikel befindlichen, graurothen Hirnorganen, durch welche die Fasern der Hirnschenkel hindurchtreten. Jede Seitenhöhle hat drei Fortsetzungen oder Hörner, eines für die vordere Partie oder den vordern Lappen der Hemisphäre, ein zweites für den mittlern, ein drittes für den hintern Lappen. Das Horn des mittlern Lappen krümmt sich von oben nach unten und vorn, und zeigt in seiner ganzen Länge einen offnen Spalt nach innen. Da nun der mittlere Lappen ein Theil des großen Gehirns ist, welcher sich über die seitlichen Theile der Sehhügel und Hirnschenkel hinschlägt, so kommt die genannte Spalte des absteigenden Horns genau an die Sehhügel und Hirnschenkel zu liegen. Durch diese Spalte treten in der Form eines Netzes (Plexus choroideus) Blutgefäße in die Hirnhöhle, welche im krankhaften Zustande Wasser ausschwitzen und dadurch den Wasserkopf verursachen*).

§. 102. Verbunden werden die Hemisphären vorzugsweise durch den Hirnbalken oder die Hirnschwiele (Fig. 14. 10.). Diese besteht aus einer Masse weißer Substanz, deren querlaufende Fasern aus der einen Hemisphäre in die andere übergehen. Der Hirnbalken liegt so, daß er für beide Hirnhöhlen ein Dach bildet, welches sich von hinten nach vorn und unten sanft wölbt. Mit dem hintern Rande des Hirnbalkens hängt der hintere Rand des Gewölbes zusammen. Auch dieses ist ein gewölbtes Dach, welches sich über die Sehhügel und folglich über den obern Spalt der vierten Hirnhöhle ausspannt. Gewöhnlich betrachtet man das Gewölbe als eine Fortsetzung des Hirnbalkens, welcher nach vorn sich umschlägt. Man kann den Hirnbalken nämlich mit einem Tuche vergleichen, welches zuvörderst die Decke der Hirnhöhlen

---

*) Auch im gesunden Gehirn findet man etwas Flüssigkeit in den Höhlen. Daß diese Flüssigkeit aus dem erwähnten Spalte des untern Horns nicht ausfließe, verhindern die Hirnhäute (§. 105.).

Bayerische Staatsbibliothek München

überzieht, dann aber von hinten nach vorn sich umschlägt und mit einem freien Zipfel in jene Höhlen eindringt. Hirnbalken und Gewölbe sind übrigens durch eine, der Länge nach gestellte, senkrechte Wand, die durchsichtige Scheidewand (Fig. 14. 11.), verbunden. Zu beiden Seiten derselben liegen die Ventrikel.

§. 103. Nach außen zeigen sich an den Hemisphären des großen Gehirns geschlängelte Furchen, zwischen welchen vorspringende Windungen liegen (Fig. 8. f. g. h.). Diese Windungen sind überall mit einem Ueberzuge von grauer Substanz bedeckt. Im Innern dagegen bestehen sie aus Marksubstanz und werden großentheils durch centrifugal ausstrahlende Fasern der Hirnschenkel gebildet. Nach Gall gleichen die Hemisphären des Gehirns einem gefalteten Sacke; die Hirnhöhlen sind das Innere des Sackes, die Windungen sind die Falten. Beim gesunden Menschen sind die Falten nach innen verklebt und von den Ventrikeln aus nicht zugänglich. Im Wasserkopf aber dringe Wasser in die Falten; der ganze Sack werde ausgedehnt und die Windungen verschwänden, ohne daß Zerreißungen nothwendig würden*).

§. 104. Das Rückenmark ist ein walzenförmiger Nervenstrang, welcher im Rückenmarkskanale liegt und an Stärke dem Umfange des letztern sehr nahe kommt. An den Stellen, wo das Rückenmark die starken Nerven für Arme und Beine abgiebt, ist der Strang etwas stärker. Nach unten erstreckt es sich mit einem spitz auslaufenden Ende bis in die Höhle der ersten Lendenwirbel, nach oben reicht es bis an das Hinterhauptsloch. Hier hängt es mit dem verlängerten Mark zusammen, oder vielmehr es setzt sich in dasselbe fort, denn zwischen beiden Theilen besteht keine natürliche Grenze. Zwei tiefe Längenspalten, eine hintere und eine vordere, trennen einigermaßen die linke Hälfte von der rechten. Im Rückenmark liegt die graue Substanz nach innen, die weiße nach außen (Tab. III. Fig. 11.).

§. 105. Die Centralorgane würden durch heftige Körperbewegungen verletzt werden, wenn sie nicht in besondern Häuten

*) In der That gleichen die Hemisphären wasserköpfiger Kinder zuweilen gefüllten Wasserblasen, und wenn das Leben bei dieser Krankheit fortbesteht, so sollte man glauben, daß Zerreißungen von Hirnfasern nicht stattgefunden haben.

aufgehangen wären. Eine dreifache Hülle von Häuten umschließt sie auf das innigste. Die äußerste, sehr starke und sehnige Haut liegt unmittelbar an den Knochen an und heißt harte Hirn- und Rückenmarkshaut. Um das leicht verletzbare Gehirn vor Erschütterungen zu schützen, tritt sie mit straff angespannten Falten in die oben erwähnten Furchen desselben und bildet Vorsprünge, welche die einzelnen Lappen scheiden und theilweise tragen. Besonders wichtig ist eine horizontale Falte, welche sich zwischen kleines und großes Gehirn so fest ausspannt, daß die Last des letztern den tiefer liegenden Theilen nicht schaden kann. Unter der vorigen liegt die Spinnwebenhaut. Sie gehört zu den serösen Häuten, ist zart, durchsichtig und liegt an dem Gehirn ziemlich fest an. Die dritte Hülle, oder die weiche Hirn- und Rückenmarkshaut ist noch zarter, hängt fest an der Nervenmasse an und zeichnet sich durch zahlreiche Blutgefäße aus.

§. 106. Die Nerven entspringen, gewöhnlich mit mehrern freiliegenden Wurzeln, aus der Substanz der Centralorgane. Sie bleiben nicht lange in den Höhlen, welche Gehirn und Rückenmark einschließen, sondern treten durch Knochenlöcher nach außen, um zu den verschiedenen Organen zu gelangen. Die Natur der Organe, in welchen die Nerven endigen, ist bei der Untersuchung dieser von besonderer Wichtigkeit, indem die Verrichtung des Nerven und des Organs, in welchem er endigt, in wechselseitiger Beziehung stehen. Nerven z. B., welche in Sinnesorganen endigen, vermitteln Empfindungen, und Nerven, welche sich in Muskeln ausbreiten, veranlassen Bewegung. Vom Gehirn und von dem verlängerten Marke entspringen zwölf Nervenpaare, also zwölf Nerven auf jeder Seite, deren Ursprung und Verlauf die strengste Symmetrie zeigt. Anlangend den Ursprung, so ergiebt er sich aus Fig. 8. der zweiten Tafel, wo jedes Nervenpaar mit der ihm entsprechenden Nummer bezeichnet ist.

§. 107. Das erste Nervenpaar (Fig. 8. 1. Fig. 17. 4.) ist der Riechnerv. Er tritt mit zahlreichen Fäden durch die Löcherchen des Siebbeins (§. 84.) in die Nasenhöhle und verbreitet sich in den Schleimhäuten derselben.

§. 108. Das zweite Nervenpaar (Fig. 8. 2.) bilden die Sehnerven. Diese haben das Eigenthümliche, sich zu kreuzen, indem der rechte Nerv zum linken Auge geht, und umgekehrt.

An der Kreuzungsstelle (chiasma) verwachsen die beiden Nerven. Jeder tritt durch ein Sehloch des Keilbeins (§. 84.) aus der Schädelhöhle und bildet im Auge die Netzhaut (§. 159.).

§. 109. Das dritte Nervenpaar (Fig. 8. 3.) verbreitet sich in vier Augenmuskeln, deren drei das Auge nach oben, nach unten und nach innen wenden, während der vierte eine rollende Bewegung nach außen und unten vermittelt.

§. 110. Das vierte Nervenpaar (Fig. 8. 4.) verzweigt sich in einem einzigen Augenmuskel, welcher das Auge nach innen und oben rollt.

§. 111. Das fünfte Nervenpaar, (Fig. 8. 5.) entspringt mit zwei getrennten Wurzeln. Die erste, beträchtlich dikkere Wurzel bildet noch innerhalb der Schädelhöhle ein Ganglion (Fig. 17. 9.), aus welchem drei ansehnliche Nervenäste entspringen: der Augenast, der Oberkieferast und der Unterkieferast. Die zweite, ungleich dünnere Wurzel des fünften Nervenpaares bildet einen Nerven, welcher neben dem Ganglion der dickeren Wurzel hingeht und dann mit dem erwähnten Unterkieferaste zusammenschmilzt. Der Augenast (Fig. 17. 10.) geht durch die Augenhöhle mit mehreren Zweigen zur Haut des Gesichts. Auf dem Wege dahin giebt er einen Ast zur Thränendrüse, und ein feines Aestchen, welches in Verbindung mit einem kleinen Nervenfaden des dritten Paares ein Ganglion, den sogenannten Ciliarknoten, bildet. Aus diesem Ganglion entspringen die Ciliarnerven, welche in den Augapfel eindringen und sich zur Regenbogenhaut (§. 153.) begeben.

Der Oberkieferast (Fig. 17. 11.) giebt zuvörderst Aeste zur Haut des Gesichts, zu den Zähnen des Oberkiefers und Aestchen an den Schlafmuskeln. Unter den Hautästen ist der nervus infraorbitalis besonders bemerkenswerth, welcher durch einen Kanal unter der Augenhöhle nach außen tritt und der Sitz des Gesichtsschmerzes ist. Ferner finden sich Zweige zur Schleimhaut der Nase und des Gaumens, ein Aestchen, welches in das Gehörorgan eindringt, um sich mit dem Gesichtsnerven zu verbinden, und ein Aestchen, welches in dem knöchernen Kanal für die Kopfschlagader (S. 86.) sich mit dem sympathischen Nerven verbindet. Der Unterkieferast (Fig. 17. 12.) endlich versieht die Kaumuskeln, die Zähne des Unterkiefers, die Haut in der Gegend des Ohres

und, mittelst des Zungenastes, das Geschmacksorgan mit Zweigen. Hieraus ergiebt sich, daß das fünfte Paar mit allen Sinnesorganen in Verbindung steht.

§. 112. Das sechste Nervenpaar (Fig. 8. 6.) verbindet sich durch ein zartes Aestchen mit dem sympathischen Nerven und verzweigt sich in einem Augenmuskel, welcher die Drehung des Auges nach außen vermittelt.

§. 113. Das siebente Nervenpaar oder der Gesichtsnerv (Fig. 8. 7.) dringt durch einen Kanal des Felsenbeins (§. 84.) und giebt hier feine Zweige an die innern Muskeln des Gehörorgans, und einen größeren Verbindungszweig zum Zungenaste des fünften Paares ab. Nach seinem Austritt aus der Schädelhöhle zerfällt der Gesichtsnerv in zahlreiche Aeste, welche vor dem Ohre zum Vorschein kommen und in Verbindung mit den Hautästen des fünften Paares ein netzförmiges Geflecht bilden. Aus diesem Netze erhalten die Muskeln der Nase und des Mundes, und die Haut des Gesichtes Zweige.

§. 114. Das achte Paar oder der Hörnerv (Fig. 8. 8.) dringt durch ein Loch des Felsenbeins in das Labyrinth des Ohres.

§. 115. Das neunte Paar oder der Zungenschlundnerv (Fig. 8. 9.) tritt durch das Drosselvenenloch (§. 84.) nach außen, verbindet sich im Felsenbeine mit dem Gesichtsnerven und dem sympathischen Nerven, und giebt Zweige zum Schlunde und zur Zunge.

§. 116. Das zehnte Paar oder der herumschweifende Nerv (Fig. 8. 10.) tritt ebenfalls durch das Drosselvenenloch und verbindet sich hier mit dem elften Nervenpaare, dem Beinerven. Später verbindet sich das zehnte Paar auch mit dem neunten und zwölften, desgleichen mit dem sympathischen Nerven. Es giebt Aeste zum Schlunde, zur Haut des Halses und zum Kehlkopf, der Stamm aber geht nach unten in die Brusthöhle. Bevor er in diese eintritt, giebt er einen zurücklaufenden Ast (ramus recurrens), welcher von unten in den Kehlkopf dringt und die Muskeln des Stimmorgans mit Zweigen versorgt. In der Brusthöhle bilden die Aeste des herumschweifenden Nerven, in Verbindung mit dem sympathischen, netzartige Geflechte, welche die Speiseröhre und die Lungen umstricken. Mit der Speiseröhre dringt das zehnte Paar

durch das Zwerchfell in die Bauchhöhle und bildet auch hier mit dem sympathischen Nerven Geflechte um den Magen.

§. 117. Das elfte Paar, Beinerv des Willis (Fig. 8. 11.), verbindet sich mit dem vorigen und verzweigt sich in mehreren Hals- und Rückenmuskeln.

§. 118. Das zwölfte Paar, Zungenfleischnerv (Fig. 8. 12.), tritt durch ein Loch des Hinterhauptbeins und verzweigt sich in den Muskeln der Zunge. Noch ehe er in diese eintritt, giebt er einen absteigenden Ast, welcher mehrere Halsmuskeln mit Zweigen versorgt.

§. 119. Vom Rückgrat entspringen in Allem dreißig Nervenpaare, nämlich sieben im Kanale der Halswirbel, zwölf in der Höhle der Rückenwirbel, fünf in der Lendengegend, fünf im Kreuzbein und ein Nerv tritt zwischen dem Kreuzbein und Schwanzbein nach außen. Alle Rückenmarksnerven, mit Ausnahme der beiden untersten, entspringen mit doppelten Wurzeln, welche in Bezug auf ihre Anhaftungspunkte am Rückenmarke hintere und vordere Wurzeln genannt werden. Diese Wurzeln, von welchen jede aus mehreren Fäden besteht, vereinigen sich unter spitzen Winkeln zu einem gemeinschaftlichen Nerven. Noch vor der Vereinigung bildet die hintere Wurzel ein Ganglion, an welches die vordere Wurzel nur äußerlich befestigt ist (Tab. II. Fig. 11.). Jeder Rückenmarksnerv theilt sich sogleich in zwei Aeste, von welchen der eine nach vorn, der andere nach hinten aus dem Kanale des Rückgrats austritt. Die vordern Aeste gehen sämmtlich Verbindungen mit dem sympathischen Nerven ein.

§. 120. Die sieben Halsnerven verbinden sich mit mehreren Kopfnerven und unter sich selbst schlingenförmig, und geben vorzugsweise für die Haut und die Muskeln des Halses Zweige ab. Außerdem giebt der hintere Ast des zweiten Halsnerven einen ansehnlichen Zweig an das Hinterhaupt, und in der Gegend des vierten Halsnerven entspringt aus den Schlingen der vordern Aeste der Zwerchmuskelnerv. Letzterer tritt durch die Brusthöhle an das Zwerchfell (§. 211.), um dessen Muskelbündel mit Zweigen zu versorgen.

§. 121. Die Rückennerven verbreiten sich mit ihren hintern Aesten in den Rückenmuskeln und in der Haut des Rückens. Ihre vordern Aeste verlaufen zwischen je zwei Rippen bogenförmig und versorgen einerseits die Muskeln, welche die Rippen in Be-

wegung setzen, andrerseits die Haut der Brust- und obern Bauchgegend.

§. 122. Die vorderen, sehr starken Aeste der vier letzten Halsnerven und des ersten Rückennerven bilden zusammen das Armgeflecht, aus welchem die sämtlichen Nerven der obern Gliedmaßen, also Haut- und Muskeläste, entspringen. Die größeren dieser Nerven treten in der Tiefe der Achselgrube an den Arm. Man unterscheidet außer drei größeren Hauptästen besonders den Speichennerven, Median- (Mittel-) nerven und Ellenbogennerven, deren Namen bereits den Verlauf am Arme andeuten. Den Ellenbogennerven kann man am innern Knöchel des Ellenbogens mit den Fingern fühlen, drückt man ihn heftig, so entsteht auf der kleinen Fingerseite der Hand ein Gefühl von Kriebeln, wie in eingeschlafenen Gliedern.

§. 123. Die Lenden- und Kreuzbeinnerven verzweigen sich mit ihren hintern Aesten in den Muskeln und in der Haut der Lenden- und Kreuzgegend, die vorderen Aeste verbinden sich zu dem Lenden- und Kreuzbeingeflecht. Diese beiden Geflechte verbinden sich wieder unter einander und geben einerseits eine Menge kleine Nerven zu den Muskeln, die am Becken entspringen, zur Haut, zum Mastdarm und dessen Schließmuskel, zu den innern und äußern Geschlechtstheilen u. s. w., andrerseits geben sie außerordentlich starke Nerven für die untern Gliedmaßen ab. Die vier obern Lendennerven verbinden sich zu dem starken Schenkelnerv, welcher in der Gegend der Weichen neben der Schenkelarterie (s. letztere Tab. VI. Fig. 31.) nach außen tritt. Die zwei letzten Lendennerven und die vier obersten Kreuzbeinnerven verschmelzen zu dem ischiadischen Nerv, dem stärksten Nerv des menschlichen Körpers. Er tritt nach hinten aus dem Becken, unterhalb einer halbmondförmigen Krümmung, mit welcher die Darmbeine in die Sitzbeine übergehen. Von hieraus nimmt er seinen Verlauf zur Kniekehle, und spaltet sich hier in den Wadenbeinnerv und den Schienbeinnerv.

§. 124. Der sympathische Nerv ist nicht sowohl ein einzelner Nerv, als ein ganzes System von innig verbundenen Nerven. Diese bilden zahlreiche Nervenknoten oder Ganglien, und werden daher auch unter dem Namen des Gangliensystems

zusammengefaßt. *) Der Sympathikus steht, wie oben bemerkt wurde, mit den meisten Hirnnerven und den vordern Aesten aller Rückenmarksnerven in Verbindung, bildet Geflechte nnd feinmaschige Aeste, welche die Eingeweide und Blutgefäße umstricken, und unterscheidet sich hierdurch, so wie durch eine graurothe Farbe, durch Mangel an Symmetrie und durch die erwähnten Ganglien von den übrigen Nerven außerordentlich. Längs der Wirbelsäule liegt auf jeder Seite eine Reihe von Nervenknoten, welche unter einander durch Nervenfäden verbunden sind. Am Halse finden sich nur zwei bis drei solche Ganglien, im Uebrigen aber sind so viele Knotenpaare als Wirbel vorhanden. Durch diese Einrichtung entstehen die Knoten- oder Grenzstränge des Sympathikus. Eine merkwürdige Eigenthümlichkeit dieser Stränge ist es, daß sie durch querlaufende Nervenfäden sich untereinander verbinden, denn hieraus erklärt es sich, daß die vom sympathischen Nerven versorgten Organe von halbseitigen Lähmungen des Körpers nicht mit ergriffen werden. Von den Grenzsträngen gehen Nerven zum Herzen, zum Magen, zum Darmkanal, zur Leber, der Milz, der Bauchspeicheldrüse, zu den Nieren, Hoden, Eierstöcken und zur Gebärmutter. Sie bilden hier die erwähnten Geflechte, in welchen vielfältig kleine Knoten vorkommen, und welche von den Organen, auf welchen sie liegen, ihren Namen haben. Das größte Geflecht und zugleich dasjenige, welches den Mittelpunkt des ganzen Gangliensystems abzugeben scheint, ist das Sonnengeflecht. Es liegt an der Eingeweidepulsader (Tab. VI. Fig. 28. 22.) und geht von zwei großen, in der Mittellinie des Körpers verwachsenden Nervenknoten, den sogenannten halbmondförmigen Ganglien aus. So viele Eigenthümlichkeiten das Gangliensystem in seiner Gesammterscheinung darbietet, so besteht doch zwischen ihm und den übrigen Nerven keine feste Grenze. Insbesondere findet sich zwischen ihm und dem herumschweifenden Nerven manche Uebereinstimmung, indem dieser ebenfalls Netze bildet, nicht streng symmetrisch angeordnet ist, und Organe, welche dem pflanzlichen Leben dienen, mit Zweigen versorgt.

---

*) Der Name organische Nerven ist ebenfalls als gleichbedeutend mit sympathischen Nerven gebraucht worden, muß aber als unpassend verworfen werden.

Dritter Abschnitt.

Verrichtungen des Nervensystems.

§. 125. Wenn man einen Nerven oder das Rückenmark sticht, kneipt, zerrt, überhaupt auf irgend eine Weise gewaltsam reizt, so entsteht heftiger Schmerz und eine zuckende Bewegung in denjenigen Muskeln, zu welchen von dem gereizten Theile aus Nerven hingehen. Durchschneidet man einen Nerven oder das Rückenmark, so geht Empfindung und willkührliche Bewegung in allen den Theilen verloren, deren Nerven nicht mehr mit dem Gehirne in Verbindung stehen. Hieraus ergeben sich zwei Hauptpunkte der Nervenlehre, nämlich: daß das Gehirn der Sitz des Willens und der Empfindung, also der wesentlichsten Seelenthätigkeiten, die Nerven aber die Leiter der Reize sind, welche Empfindung und Bewegung zur Folge haben. Diese Sätze bedürfen einer näheren Bestimmung.

§. 126. Krankheiten des Gehirns sind immer mit Störungen der Seelenthätigkeit verbunden, und bestimmte Verstümmelungen haben nicht selten ein Verlöschen bestimmter Geisteskräfte zur Folge. Wenn Krankheiten an den Eingeweiden ebenfalls Seelenstörungen veranlassen, und wenn starke Leidenschaften sich in vermehrter Thätigkeit verschiedener Organe wiederspiegeln, so kann dies auf eine unmittelbare Abhängigkeit der Leidenschaften von den Eingeweiden durchaus nicht bezogen werden. Man hat namentlich in früheren Zeiten oft angenommen, das Herz sei der Sitz des Muthes und der Freude, die Leber das Organ des Aergers u. s. w. Jede große Leidenschaft kann Veränderungen in der Thätigkeit jedes Eingeweides hervorrufen, was bei der innigen Verbindung aller Organe zu einem Ganzen nicht auffallen kann; allein eine ausschließliche Wirkung einer Leidenschaft auf ein bestimmtes Eingeweide, und ein specifischer Einfluß eines Eingeweides auf ein bestimmtes Vermögen des Geistes besteht nicht. Man weiß, daß heftige Entzündung der Eingeweide Delirien hervorruft, aber ganz entscheidend für die Streitfrage ist es, daß mit Eintreten des Brandes, also des partiellen Todes jener Organe, statt gänzlicher Vernichtung der Seelenthätigkeiten, welche während der Entzündung litten, oft ein vollständiges Freiwerden

derselben eintritt, bis endlich Körper und Seele dem allgemeinen Tode unterliegen.

Ganz anders zeigt sich die Abhängigkeit der Seele vom Gehirn. Wenn man einem Thiere von zäher Lebenskraft, z. B. einem Frosche, das Rückenmark zwischen den Vorder- und Hinterbeinen durchschneidet, so bleibt die hintere Hälfte des Thieres regungslos, während die vordere auf Anlaß einer drohenden Bewegung zu entfliehen sucht. Durchschneidet man das Rückenmark oberhalb der Vorderfüße, so bleibt der ganze Körper für todt liegen, während die Augen noch einige Zeit willkührlich blinken.

§. 127. Flourens hat durch zahlreiche Vivisektionen bewiesen, daß Zerstörung bestimmter Hirntheile Vernichtung bestimmter Seelenthätigkeiten nach sich zieht. Er schnitt Vögeln die Hemisphären des großen Gehirns aus, welche Verstümmelung die Thiere nicht nur Monate lang überlebten, sondern, da sie fetter wurden, auch ohne Nachtheil der Gesundheit zu ertragen schienen. Solche Thiere befanden sich fast immer im tiefsten Schlafe, sie bewegten sich nur selten freiwillig, und auch dann nie mit Zeichen von Ueberlegung. Sie liefen in Folge eines Stoßes, und flogen, wenn sie in die Luft geworfen wurden, aber wenn sie an eine Wand anstießen, kehrten sie nicht um, sondern suchten in der genommenen Richtung weiter zu schreiten. Die Thiere vermochten weder zu sehen noch zu hören, in einen Haufen Getreide gesetzt hungerten sie Tage lang, selbst Körner, die in den Schnabel gesteckt wurden, verschluckten sie nicht, nur wenn die Nahrung bis in den Schlund gebracht wurde, ward sie verschluckt. Die Hemisphären des großen Gehirns scheinen hiernach die Organe des höhern Seelenlebens, des Gedächtnisses, der Ueberlegung und des klaren Bewußtseins, ferner der Sitz des Gesichts und und Gehörs, nicht aber des Gefühls überhaupt, wie der Umstand beweist, daß die in die Luft geworfenen Vögel flogen.

§. 128. Zerstörung des kleinen Gehirns vernichtet das Vermögen, geordnete Bewegungen vorzunehmen. Das verstümmelte Thier sieht den drohenden Streich, der nach ihm geführt wird, es zerarbeitet sich, zu fliehen, kann aber weder laufen noch fliegen, und wälzt sich von einer Seite auf die andre.

§. 129. Da nach Durchschneidung des Rückenmarks, am Halse, der Kopf von Thieren und Menschen noch einige Zeichen

von Empfindung giebt*), die nur deshalb weniger in die Augen fallen, weil die Wunde schnell tödtet, und da andrerseits Zerstörung des großen und kleinen Gehirns nicht alle Zeichen der Empfindung vernichten, so muß letztere ihren Sitz im verlängerten Mark haben. Dies stimmt sehr gut zu der Erfahrung, daß alle Nerven, mit Ausnahme des ersten Paares, in unmittelbarer, oder, durch das Rückenmark, in mittelbarer Verbindung mit diesem Theile stehen.

§. 130. Die vorstehenden Angaben beweisen zum Theil schon das Vergebliche früherer Versuche, den Sitz der Seele zu bestimmen, denn man sieht bereits, daß alle Theile des Gehirns Antheil am Seelenleben haben. Andrerseits scheint auch ein kleiner Theil des Gehirns die Funktionen aller übrigen mit übernehmen zu können, denn man weiß, daß Menschen ihre Geisteskraft behielten, deren Gehirn bis auf die Größe eines Hühnereies vereitert war, und Arnemann nahm Hunden einen beträchtlichen Theil ihres Gehirns, ohne daß diese die erlernten Kunststücke vergaßen.

Solche und ähnliche Beispiele widerlegen vollständig das System Galls, welcher zwar das ganze Gehirn als Sitz der Seele betrachtete, aber für jedes Geistesvermögen ein besonderes körperliches Organ annahm. Nach seiner Ansicht bedingt die materielle Entwickelung dieser Organe die geistigen Anlagen, und äußerlich erkennbar ist jene Entwickelung an Vorsprüngen auf der Oberfläche des Gehirns, ungefähr wie die Ausbildung der Muskeln an ihren vorspringenden Anschwellungen äußerlich erkennbar ist. Da nun nach seiner Behauptung den Vorsprüngen des Gehirns Erhabenheiten des Schädels entsprechen, so hält er sich für berechtigt, aus der Oberfläche des letztern auf die natürlichen Fähigkeiten und Triebe zu schließen.

Diese Theorie eines geistreichen und verdienten Physiologen ist aber auf sehr unhaltbare Gründe gestützt, und hat unter den gründlichen Naturforschern sehr wenig Anklang gefunden. Die erwähnten großen Zerstörungen des Gehirns, ohne Beeinträchti-

---

*) Letzteres hat F. Nasse in einem gründlichen Aufsatz erwiesen, dessen Resultate für die Entscheidung der Zulässigkeit von Todesstrafen wichtig sind. Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie von Dr. F. Nasse und Dr. H. Nasse. Bonn 1835. S. 25.

gung der Seelenkräfte, lassen sich mit jener Organenlehre durchaus nicht vereinigen, und wenn auch nach partiellen Verletzungen des Gehirns bisweilen ein einzelnes Vermögen, wie etwa Gedächtniß für Namen, verloren ging, so haben doch die Erfahrungen im Kriege gelehrt, daß solche Fälle nur seltene Ausnahmen sind. Gesetzt übrigens das Unwahrscheinliche, daß es Organe für einzelne Seelenkräfte gäbe, so könnte man doch nicht zugeben, daß Gall sie nachgewiesen hätte. Namentlich ist von einer anatomischen Begrenzung der einzelnen Organe gar nicht die Rede, und endlich entsprechen den Vorsprüngen des Schädels nicht immer Erhabenheiten an der Oberfläche des Gehirns. Letzteres beweisen die Erhabenheiten oberhalb der Nasenwurzel, welche die Entwickelung des Sach- und Ortsgedächtnisses andeuten sollen. An dieser Stelle finden sich im Stirnbein Höhlen, von deren Größe die Ausdehnung jener Vorsprünge abhängt.

§. 131. Daß das Gehirn das ausschließliche Organ der höhern Seelenkräfte sei, ist erwiesen, zweifelhaft ist aber, ob nicht die ersten Regungen der Thierseele noch andre Organe als das Hirn haben. Bei den niedern Thieren, welche des Gehirns entbehren, sind nothwendig die Seelenkräfte an die Ganglien und Nervenfäden gebunden, aber selbst bei den Wirbelthieren, welche wie der Mensch ein eigentliches Gehirn besitzen, scheint das Rückenmark der Sitz eines wenn auch sehr stumpfen Gefühls und halbbewußten Willens zu sein.

Enthauptete Amphibien und hirnlose Mißgeburten zeigen Bewegungen, die denen beseelter Wesen überaus nahe kommen. Bei den genannten Mißgeburten mag noch zweifelhaft sein, ob, wenn sie schrieen und an der Brust saugten, nicht wenigstens ein Theil des verlängerten Marks vorhanden war. In Bezug auf enthauptete Schildkröten aber ist merkwürdig, daß sie bei Berührung Füße und Schwanz einziehen, wie sie während des Lebens thun, um sich unter ihrem Schilde zu schützen. Zerstört man das Rückenmark, so sind alle Erscheinungen der Art plötzlich wie abgeschnitten. Offenbar haben solche Bewegungen viel Aehnlichkeit mit denen eines Menschen, der im Schlafe eine Fliege verscheucht, Bewegungen, bei welchen Niemand den psychischen Grund verkennen wird, obschon Gefühl und Wille hier an einer Stumpfheit leiden, die kaum noch Spuren des Bewußtseins übrig

läßt. Man muß hier die Erfahrung berücksichtigen, daß jene räthselhaften Bewegungen geköpfter Schildkröten und anderer Amphibien auch dann eintreten, wenn man die Thiere in mehrere Stücke schneidet. An dem abgeschnittenen Kopfe schließen sich die Augenlider, wenn man das Auge berührt, an dem getrennten Bruststück versuchen die Vorderfüße scheinbar zu laufen, wenn man die Haut kneipt, und ein drittes Stück, an welchem die Hinterfüße befindlich sind, zeigt gleiche Erscheinungen. Sollen alle diese Bewegungen von Empfindungen ausgehen, so ist man zu der mißlichen Annahme genöthigt, daß die Seele ein Theilbares sei. Freilich aber weiß man, daß gewisse niedere Thiere, z. B. Polypen, wenn sie in Hälften gespalten werden, wirklich fortleben, es ist gewiß, daß jedes Stück für sich empfindet, für sich seinen Willen übt, und so würde die Annahme einer momentanen Theilbarkeit des psychischen Princips, auch bei den höhern Klassen, nicht aller Analogie entbehren.

§. 132. Das Rückenmark bedingt auch die Bewegungen des Hustens, Niesens, Gähnens und ist der Grund der Konvulsionen bei Krämpfen. Wenn man einen Frosch mit Strichnin vergiftet, entstehen die heftigsten Zuckungen, welche nach Enthauptung des Thieres fortdauern, nicht aber nach Zerstörung des Rückenmarks.

§. 133. Obschon nach Durchschneidung eines Nerven die Fähigkeit willkührlicher Bewegungen in dem getrennten Stücke aufhört, so vermag doch ein vom Hirn getrennter Nerv, wenn er auf irgend eine Weise gereizt wird, Bewegungen in den Muskeln zu erzeugen, zu welchen er Fasern giebt. Selbst in abgeschnittenen Gliedern zeigt sich diese Erscheinung, welche in Froschschenkeln Stunden lang fortdauert. Hieraus könnte man schließen, daß die Nerven zwar in Bezug auf Willen und Empfindung nur als Leiter des Gehirnes dienen, in Bezug auf das bewegende Princip dagegen sich unabhängig halten und dies selbst erzeugen. Indeß bleibt noch eine andere Annahme möglich. Es können nämlich die Nerven ihre bewegende Kraft zwar ursprünglich vom Gehirn und Rückenmark aus erhalten, aber diese Kraft kann nach der Trennung der Nerven so lange fortbestehen, bis das vorhandene Maß derselben erschöpft ist. Wir besitzen noch keine Erfahrungen, welche die Richtigkeit der einen oder der andern Annahme mit Sicherheit nachwiesen.

§. 134. Es ist bekannt, daß bei Lähmungen nicht selten die Bewegung verloren geht, während die Empfindung ungeschwächt ist, und umgekehrt kennt man Fälle von Empfindungslosigkeit bei vollständiger Bewegung. Bei solchen Erfahrungen würde die Annahme besonderer Empfindungs= und Bewegungsnerven sehr nah liegen, wenn nicht von den meisten Nerven erwiesen wäre, daß sie Empfindung und Bewegung zugleich vermittelten. Bell machte die wichtige Entdeckung, daß von den beiden Wurzeln der Rükkenmarksnerven die hintere nur der Empfindung, die vordere nur der Bewegung dient. Zerschneidet man bei einem Thiere die hintern Wurzeln der Schenkelnerven, mit Schonung der vordern, so behält zwar die Extremität die Fähigkeit sich zu bewegen, aber die Empfindung geht verloren, zerschneidet man die vordern Wurzeln allein, so bleibt die Empfindung, während das Bewegungsvermögen verschwindet. Reizt man die vordern Wurzeln, so entstehen Zuckungen im Gliede ohne Schmerz, reizt man die hintern, so entsteht Schmerz ohne Zuckungen. Es bestehen also zwei Arten von Nerven=Fasern, die eine für Bewegung, die andere für Empfindung. Enthält ein Nerv beide Arten von Fasern, wie dies in den Rückenmarksnerven der Fall ist, so hat er das doppelte Vermögen, so wohl Empfindung als Bewegung zu veranlassen. Enthält dagegen ein Nerv nur Fasern einer Gattung, so wird er nothwendig auf eine jener Funktionen beschränkt sein müssen. Die eigentlichen Sinnesnerven, das erste, zweite und achte Paar, dienen ausschließlich der Empfindung und stehen mit bewegbaren Theilen durchaus nicht in Zusammenhang. Ob es auch Nerven giebt, welche ausschließlich der Bewegung dienen, ist nicht ausgemacht, doch hat man einigen Grund zu glauben, daß dies bei dem dritten, vierten und sechsten Nervenpaare statt finde, welche die Augenmuskeln bewegen.

§. 135. Man kann also die Nerven in zwei Klassen theilen; die erste Klasse enthält Nerven mit gleichartigen Fasern, und zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen, nämlich in empfindende oder sensitive und in bewegende oder motorische Nerven. Die zweite Klasse enthält ungleichartige Fasern, sowohl sensitive als motorische, daher die hierher gehörigen Nerven gemischte genannt werden.

§. 136. Das Gangliensystem unterscheidet sich auch in Bezug auf seine Verrichtungen von den übrigen Nerven sehr

wesentlich. 1. Wenn man die Ganglien oder die Zweige des sympathischen Nervs heftig reizt, z. B. zerschneidet, so entsteht gewöhnlich kein Schmerz. 2. Wenn man die Centralorgane des Nervensystems durch Galvanismus reizt oder mechanisch zerstört, so entstehen in allen Muskeln konvulsivische Bewegungen, nur in denen nicht, welche vom Gangliensystem ihre Nerven erhalten. 3. Wenn man einen Zweig des sympathischen Nerven, welcher sich in einem Muskel verästelt, reizt, so entstehen in dem Muskel keine Zuckungen. 4. Die Muskeln, welche vom Gangliensystem Zweige erhalten, wie das Herz und die Därme, sind der willkührlichen Bewegung nicht fähig. Vielmehr bestehen in solchen Muskeln unwillkührliche Bewegungen, welche sich durch einen bestimmten Rhythmus, wie das Pulsiren des Herzens, auszeichnen. Reizt man einen sympathischen Nervenfaden, welcher sich in muskulösen Organen ausbreitet, so wird der Rhythmus ihrer Bewegungen beschleunigt. 5. Zerstört man die Centralorgane des Nervensystems, so hört in den willkührlichen Muskeln alle selbstständige Bewegung auf. Dagegen bleiben die Organe, welche vom Sympathikus versorgt werden, noch eine Zeit lang thätig, und vor Allem schlägt das Herz fort.

Diese auffallenden Erscheinungen veranlaßten einen ausgezeichneten französischen Anatomen, Bichat, das Gangliensystem von den übrigen Nerven gänzlich zu trennen. Er betrachtete die Ganglien als selbstständige kleine Gehirne, das ganze System aber als ausschließlichen Erreger des pflanzlichen Lebens. Er unterschied also zwischen animalen und organischen Nerven, und zog die Grenzlinie zwischen beiden schärfer, als wir in der Natur sie wiederfinden. Obschon viele und selbst heftige Reize in dem sympathischen Nerven keine Empfindung verursachen, so entstehen doch in Krankheiten oft die heftigsten Schmerzen in Organen, welche von jenem ihre Zweige erhalten. Auch zeigen sich in diesen Organen die Rückwirkungen von Gemüthsbewegungen, z. B. Erbrechen in Folge von Ekel, beschleunigter Herzschlag bei großer Freude, beides Fälle, wo die Bewegungen zwar nicht vom Willen, aber doch vom Gehirn ausgehen. Ferner sind die Erscheinungen des vegetativen Lebens keineswegs auf die Theile beschränkt, welche unter dem Einfluß des sympathischen Nervs stehen, denn alle Organe werden ernährt, während nicht alle von jenem Zweige erhalten. Hieraus ergiebt sich zugleich, daß

nicht allein das Ganglienſyſtem einer unausgeſetzten, zur Zeit des Schlafes fortwirkenden Thätigkeit fähig iſt. Zu berückſichtigen iſt endlich noch der Umſtand, daß der herumſchweifende Nerv, welcher Herz und Magen netzförmig umſtrickt, weder willkührliche Bewegungen in dieſen Theilen veranlaſſen, noch die unwillkührlichen Bewegungen derſelben fühlen kann.

Die weſentliche Beſtimmung des ſympathiſchen Nerven iſt unſtreitig, die Organe des pflanzlichen Lebens anzuregen und ihre Thätigkeit zu leiten. Für dieſe Anſicht ſpricht beſonders der anatomiſche Verlauf des Nerven, welcher nicht nur die Eingeweide mit Netzen umſtrickt, ſondern auch die Schlagadern, welche den Organen die ernährenden Stoffe zuführen, mit zarten Fäden begleitet. Uebrigens haben Verſuche gelehrt, daß Durchſchneidung ſympathiſcher Nervenfäden die Ernährung in den Organen, wo ſie ſich ausbreiten, krankhaft verändert.

§. 137. Sehr ſchwankend ſind die Anſichten über die Beſtimmung der Nervenknoten. Einige Phyſiologen haben ſie für Vorrichtungen zur Unterbrechung der Nervenleitung gehalten. Da dieſe im Ganglienſyſtem überhaupt nicht unterbrochen, vielmehr das Wechſelverhältniß zwiſchen Gehirn und Eingeweiden nur ſpecifiſcher Art iſt (§. 136.), ſo könnten die Ganglien höchſtens das Vermögen beſitzen, die Nervenleitung zu modificiren. Sie beſitzen auch wirklich ein Vermögen der Art, nur nicht ausſchließlich. Denn was früher von der Unfähigkeit des Ganglienſyſtems, gewiſſe Reize zu leiten, geſagt wurde, gilt auch von den ſympathiſchen Nervenfäden, welche der Knoten ermangeln. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die, in den Ganglien aufgelöſten und muthmaßlich ihres Neurilems (§. 24.) beraubten, Faſern verſchiedener Nerven hier mehr als irgendwo befähigt ſind, erhaltene Eindrücke ſich mitzutheilen, und dadurch theilweiſe die Sympathien gewiſſer Organe zu vermitteln, von welchen der ſympathiſche Nerv den Namen hat. *) Unter allen Vermuthungen über die Wirkſamkeit der Ganglien, ſind diejenigen am beſten-

*) Sympathie iſt das griechiſche Wort für Mit-Leiden, und bezeichnet in der Phyſiologie die ſekundäre Reizung eines Organs, in Folge der primären Reizung eines andern. Das Nieſen, welches durch Lichtreiz auf das Auge verurſacht wird, gehört zu den ſympathiſchen Erſcheinungen.

begründet, welche aus der anatomischen Anordnung unmittelbar gefolgert sind. Die Ganglien des sympathischen Nerven verbinden sich durch zahlreiche Fäden sowohl untereinander, als mit den Hirn- und Rückenmarksnerven, und müssen daher Nervenfasern enthalten, welche an den verschiedensten Theilen entsprungen sind. Die Folge davon ist, daß allen Organen, welche von Ganglien Nervenzweige erhalten, der Nerveneinfluß im höchsten Grade gesichert ist. Es können einzelne Quellen der Nervenkraft ohne Nachtheil versiegen, weil andere offen bleiben, und so mag es sich erklären, warum die Eingeweide während des Schlafes und bei Lähmungen ihre Thätigkeit fortsetzen.

§. 138. Was bis jetzt von den Ganglien bemerkt worden ist, bezieht sich nur auf die des sympathischen Nerven. Die Knoten der Hirn- und Rückenmarksnerven müssen eine ganz andere Bestimmung haben. Sie können weder dazu dienen, die Leitung mechanischer Reize zum Sitz der Empfindung zu beschränken, noch auch weit verbreitete Nervenverbindungen und Vermischung sehr verschiedenartiger Nervenfasern herzustellen. Der erste Satz ergiebt sich aus dem Empfindungsvermögen der Nerven von selbst; der zweite wird durch die anatomische Thatsache erwiesen, daß diese Knoten gewöhnlich nur dem einen Nerven angehören, in welchem sie sich vorfinden.

Sehr wichtig ist die Bemerkung, daß die Knoten der Hirn- und Rückenmarksnerven fast nur in den Nerven vorkommen, welche ausschließlich der Empfindung dienen. Wir haben gezeigt, daß die hinteren Wurzeln aller Rückenmarksnerven, welche nur empfinden, nicht aber die vorderen Wurzeln, welche der Bewegung dienen, mit Ganglien versehen sind (§. 119.). Ein Knoten findet sich am Riechnerven, und, was noch weit merkwürdiger ist, an der großen Partie des fünften Paares, welche nach Bell's Entdeckung ausschließlich empfindet, während die kleine Partie desselben Nerven, welche die Kaumuskeln in Bewegung setzt, kein Ganglion besitzt, und, wie es scheint, erst von der Stelle an empfindet, wo sie Fasern aus der größern mit einem Ganglion versehenen Partie erhalten hat. Der herumschweifende Nerv, welcher bald nach seinem Entstehen ein Ganglion bildet, empfindet ebenfalls, und wenn er durch den zurücklaufenden Ast (§. 116.), welcher sich im Kehlkopf ausbreitet, Bewegungen des Stimm-

organs verursacht, so hat es sehr den Anschein, als hinge diese motorische Kraft von Nervenfasern ab, welche der herumschweifende Nerv vom Beinerven, welcher kein Ganglion besitzt, durch Anastomose erhalten hat (§. 116.). Alle Empfindungsnerven, welche sich zur Haut begeben, also die sehr große Mehrzahl, sind mit Ganglien versehen, und dieses Verhältniß gestattet Schlüsse auf die Bestimmung der Ganglien überhaupt. Wir haben gesehen, daß das Gangliensystem vorzugsweise den Verrichtungen des pflanzlichen Lebens vorsteht. Auch in der Haut gehen Thätigkeiten vor sich, welche dem pflanzlichen Leben zugerechnet werden müssen, es findet nämlich Ernährung und, mittelst der Ausdünstung und Auffaugung, ein bedeutender Stoffwechsel mit der äußern Natur statt. Wir kennen zur Zeit keine Aeste des Gangliensystems, welche sich bis zur Haut ausbreiteten, und haben viel Ursache anzunehmen, daß die Hautnerven, welche eigne Ganglien besitzen, den erwähnten Verrichtungen vorstehen. Hiernach scheint die allgemeine Bestimmung der Ganglien aller Nerven in einer Vermittlung der pflanzlichen Lebensverrichtungen zu suchen zu sein.

§. 139. Auch die Centralorgane des Nervensystems haben Einfluß auf die Verrichtungen des pflanzlichen Lebens. Zwar darf man diesen Einfluß nicht überschätzen, denn die Erfahrung lehrt, daß Schildkröten wenigstens nach Zerstörung des Gehirns noch Wochen lang lebten, und menschliche Mißgeburten, bei welchen Hirn und Rückenmark ganz fehlt, beweisen durch eine im Uebrigen regelmäßige Bildung, daß die Processe des Wachsthums von den genannten Organen unabhängig bestehen können. Dagegen ist im ausgebildeten Organismus der Einfluß des Gehirns und Rückenmarks auf die Verrichtungen des pflanzlichen Lebens ganz unverkennbar. Er zeigt sich am reinsten in den Folgen der Gemüthsbewegungen. Die Verdauung leidet durch Aerger, die Ernährung durch Kummer und Sorge, wie Ergrauen der Haare und Abmagerung beweisen. Aehnliche Erscheinungen bietet der Kreislauf; Furcht erzeugt Herzklopfen, Zorn sogar fieberhafte Bewegungen. Der Athem wird in Folge von Angst beklommen. Sehr auffallend ist der Einfluß von Gemüthsbewegungen auf die Absonderungen. Dies beweist die vermehrte Gallenabsonderung bei Aerger, der Speichelfluß bei lebhaftem Appetite oder

Ekel, ferner die Unterdrückung der monatlichen Reinigung und der Milchabsonderung bei Schreck. Selbst die Geschlechtsfunktionen sind nicht auszunehmen, da wollüstige Träume Samenergießungen, und heftige Gemüthsbewegungen jeder Art Fehlgeburten veranlassen. Genaueres über die Abhängigkeit der vegetativen Verrichtungen vom Gehirn und Rückenmark werden wir bei der speciellen Betrachtung dieser Verrichtungen angeben.

Wir haben gesucht, die Verrichtungen der einzelnen Organe des Nervensystems zu erläutern, aber diese Organe sind selbst wieder zusammengesetzt, und namentlich bestehen viele aus weißer und aus grauer Substanz. Der Nutzen dieser verschiedenen Massen ist nicht bekannt. Gall hat mit vielem Fleiße zu beweisen gesucht, daß die graue Nervenmasse die weiße ernähre, aber die Richtigkeit dieser Ansicht ist mehr als zweifelhaft. Man dürfte fragen, zu was denn die graue Substanz sich in den niedern Thieren finde, denen die weiße Substanz ganz fehlt, und warum sie an einigen Stellen so sehr angehäuft ist, während sie andern ganz abgeht. So entspringen die Rückenmarksnerven nicht aus grauer Substanz, und im Foetus-Leben tritt die weiße Substanz hin und wieder früher auf als die graue. Bei dem Menschen ist die Menge der weißen Substanz am überwiegendsten, und bei den niedrigsten Thieren fehlt sie ganz, woraus man schließen möchte, daß ihr der Vorrang vor der grauen Masse gebühre.

§. 140. Die Bewegungsnerven leiten den Willen, dessen Organ das Hirn ist, von diesem aus nach den Muskeln, und die Empfindungsnerven leiten die Reize, welche auf sie einwirken, nach dem Gehirn, als dem Sitze der Empfindung. Wenn man einen Nerven durchschneidet oder mit einem Bande stark zusammen bindet, so hört sein Leitungsvermögen auf, und es können weder die Muskeln, in welche das Endstück des Nerven eingeht, willkührlich bewegt, noch auch die Nervenenden durch Reize irgend einer Art zu Empfindungen veranlaßt werden. Wenn man aber den durchschnittenen Nerven an der dem Hirn anhängenden Seite reizt, entsteht noch Schmerz, und wenn man ihn an der vom Gehirn getrennten Partie reizt, entsteht noch Bewegung, obschon unwillkührliche.

Wenn man durch Reizung eines verästelten Nerven Zuckungen in den Muskeln hervorruft, so zeigen sich die Zuckungen nur in

solchen Muskeln, welche ihre Nervenäste von der unterhalb der Reizungsstelle gelegenen Partie des Stammes erhalten. *) Nie pflanzt sich ein Reiz, welcher Muskelzuckungen vermittelt, nach der Hirnseite des Stammes fort.

§. 141. Reizt man einen dicken Nervenstamm nicht in seinem ganzen Durchmesser, sondern nur in einzelnen Partien, etwa durch Stiche in ein kleines Bündel, so zucken nicht alle Muskeln, in welchen der Stamm sich verästelt, sondern nur diejenigen, welche ihre Nerven von dem einzelnen gereizten Bündel erhalten. Hieraus ergiebt sich für die motorischen Nerven das wichtige Gesetz, daß jede Nervenfaser den empfangenen Reiz ausschließlich zu dem Theile leitet, in welchen sie eingeht, oder, mit andern Worten, es ist jede Nervenfaser als isolirt zu betrachten. Diese physiologische Thatsache stimmt vollkommen mit der anatomischen, daß die Elementarfasern der Nerven sich nie verästeln, und nie durch Anastomosen mit andern Elementarfasern zusammenhängen. Auch verhält sich diese anatomische Einrichtung offenbar zu der angegebenen Nervenleitung wie Mittel zum Zweck. Ein gereizter Nervenstamm erregt in den Muskeln, welche ihre Nervenäste von der Partie oberhalb der Reizungsstelle erhalten, darum keine Zukkungen, weil diese Aeste mit dem gereizten Punkte nicht in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Da die Nervenfasern durchgehends isolirt verlaufen, so muß für die Empfindungsnerven dasselbe Gesetz der Leitung bestehen. Die Empfindung bleibt isolirt in den Fasern, welche unmittelbar gereizt wurden, wobei besonders merkwürdig ist, daß wir den Reiz an der gereizten Stelle empfinden, da doch, nach dem Vorausgeschickten, die Empfindung nicht an der gereizten Stelle, sondern im Gehirn zu Stande kommt. Ueber die Art, wie wir die Oertlichkeit eines Reizes empfinden, ist es um so schwieriger, eine Ansicht zu fassen, als die hierher bezüglichen Erfahrungen in einem scheinbaren Widerspruche stehen. Wenn man sich an den Ellenbogen stößt, wodurch der Ellenbogennerv gereizt wird, so fühlt man eine Art elektrischen Schlag und nachfolgendes

---

*) „Oben" nennen wir den Theil des Nerven, welcher näher an den Centralorganen, „unten" den Theil, welcher näher an der Peripherie des Körpers liegt.

Prickeln in allen den Theilen des Unterarmes und der Hand, welche von jenem Nerven Zweige erhalten, und wenn Personen amputirt werden, so dauert das Gefühl des weggenommenen Gliedes oft während des ganzen Lebens fort. Solche Erfahrungen scheinen zu dem Schlusse zu nöthigen, daß die Wurzel der Nerven die Empfindung vermittelt, und diese auf die Nervenenden reflektirt, gleichviel ob ein solches Ende materiell da ist, oder nicht. Andrerseits lehrt die Erfahrung, daß ein Druck, welcher auf die Mitte eines Nervenstammes ausgeübt wird, an der gedrückten Stelle ohne allen Vergleich lebhafter empfunden wird, als in den Endzweigen des Nerven, so daß man nicht sagen kann, jede Nervenwurzel sei ein für allemal gezwungen, den Empfindungsreiz an das Ende ihrer Nervenfaser zu reflektiren. Vielmehr besitzt die Wurzel in gewissen Fällen das sehr sonderbare Vermögen, die Empfindung im Verlauf der Nervenfasern gerade bis zu der Stelle zu reflektiren, von welcher aus der Reiz dem Gehirne zugeleitet wurde.

§. 142. An das Vorausgeschickte schließt sich nun die Betrachtung der Fälle an, wo Empfindung oder Bewegung eines gewissen Organs irgend ein anderes in Mitleidenheit zieht. So erregt der Eindruck eines hellen Lichtes Niesen, Kitzel am Gaumenzäpfchen Erbrechen ꝛc. Noch vor Kurzem glaubte man diese sogenannten Sympathien durch Nervenanastomosen erklären zu müssen, indem man die Verbindungen der Nerven unter einander für den Weg ansah, auf welchem der Reiz des einen Organs auf das andre überging. Wir wissen jetzt, daß ein solches Uebergehen nicht möglich ist, weil die Nervenfasern isolirt verlaufen.

Die dunkle Lehre von den Sympathien hat neuerlich einiges Licht durch die genauere Untersuchung der Reflexbewegungen gewonnen. Mit diesem Namen bezeichnet man Bewegungen, bei welchen der ursächliche Reiz dem Gehirn oder Rückenmark übergeben und von diesen, ohne Mitwirkung des Willens, auf das zu bewegende Organ reflektirt wird. Wir haben dieser Bewegungen schon an einem andern Orte beiläufig gedacht. Wenn man ein Thier des Gehirns beraubt, so hören die freiwilligen Bewegungen natürlich auf, da das Organ des Willens nicht mehr vorhanden ist. Bringt man aber einen Gegenstand in den Schlund

des Thieres ein, so entsteht die Bewegung des Schluckens und der Gegenstand wird verschlungen. Dieses willenlose Schlingen geschieht nicht, wenn das Rückenmark zerstört ist. Demnach muß der Reiz, welcher die Bewegungen des Schlundes nach sich zieht, einen Umweg durch das Rückenmark machen; er muß vorläufig dieses erregen, und das gereizte Rückenmark muß den empfangenen Reiz, der nun erst bewegende Kraft erhält, auf den Schlund zurückwerfen. Die Erscheinung, welche wir hier erwähnten, erlaubt eine unmittelbare Anwendung auf die Sympathieen, oder vielmehr sie ist den Sympathieen selbst zuzuzählen. Die Schleimhaut des Schlundes wird durch den Bissen gereizt, und die Muskeln des Schlundes gerathen in Mitleidenheit und schlucken. Sie schlucken aber nicht in Folge einer Nervenanastomose, sondern nach dem Gesetze der Reflexbewegungen, wie es im Obigen entwickelt wurde. Ganz unwesentlich ist in dem gedachten Falle der Umstand, daß der Reiz, welcher vom Schlunde ausging, auch auf den Schlund reflektirt wurde. Denn bei den Reflexbewegungen zeigt es sich nicht selten, daß der Reiz nicht auf das ursprünglich gereizte, sondern auf ein anderes Organ zurückgeworfen wird. Wenn man einen enthaupteten Salamander, bei welchem das Rückenmark unverletzt ist, am Schwanze reizt, so bewegt sich nicht nur der Schwanz, sondern es bewegen sich auch die Füße. Da dieß nach Zerstörung des Rückenmarks nie stattfindet, so ist kein Zweifel, daß dieses den Reiz von einem Gliede auf das andere übertrage.

Der Weg also, auf welchem sich die sympathischen Einwirkungen verbreiten, geht in vielen Fällen entschieden durch das Rückenmark, in andern Fällen geht er durch das Gehirn. Denn wenn ein Ekel erregender Geschmack Erbrechen, oder helles Licht Niesen erregt, so sind auch dieses Reflexbewegungen, die nur dadurch zu Stande kommen, daß der Reiz durch die Sinnesnerven zum Gehirn geleitet und von hier aus auf andere Organe übertragen wird.

Ob nun die Ganglien auf eine ähnliche Weise, wie die Centralorgane im Stande sind, einen empfangenen Reiz auf ein anderes Organ zu reflektiren, ist noch nicht entschieden. Da indeß ein mechanischer Reiz auf den Darmkanal nur lokale Kontraktionen der Muskelfasern zur Folge hat, so scheint dies unwahrscheinlich.

Wenn man früher den sympathischen Nerv, wie schon der Name andeutet, als den vornehmsten Vermittler der Sympathieen ansah, so geschah dies in Folge der unzähligen Verbindungen, die er fast mit allen Nerven eingeht. Indeß ist auch bei dieser Verbindung ein Zusammenfließen der Elementarfasern noch fraglich, und der Einfluß des Sympathikus auf Sympathieen wird daher so lange zweifelhaft bleiben, bis entweder wahre Anastomosen desselben mit andern Nerven nachgewiesen sind, oder ausgemacht ist, daß auch die Ganglien das Vermögen besitzen, empfangene Reize zu reflektiren.

Es giebt nicht blos sympathische Bewegung, sondern auch sympathische Empfindung, wie z. B. gewisse unangenehme Töne das Gefühl von Rieseln im Rücken, bei Einigen sogar Zahnweh erregen, wie Leberentzündung gemeiniglich mit Schmerzen in der Schulter verbunden ist und dergleichen. Es ist einleuchtend, daß in Bezug auf die Wege, auf welchen die Sympathieen zur Erscheinung kommen, dasselbe gelten muß, was von den Bewegungssympathieen gesagt wurde.

Durch die Entdeckung der Reflexbewegungen sind wir in der Erklärung der Sympathieen zwar einen Schritt weiter gekommen, aber eine große Lücke ist übrig geblieben. Es ist nämlich durchaus unbekannt, warum ein gewisser Reiz von einem Organe gerade auf ein bestimmtes anderes reflektirt wird, wir haben keine Ahnung, warum helles Licht Niesen, nicht aber Erbrechen erregt.

§. 143. Man hat sich viel Mühe gegeben, das Nervenprincip selbst kennen zu lernen, ohne jedoch auf sichere Resultate zu kommen. Bald ist eine Spannung der Nervenfasern, bald ein elastisches Stoßen der Nervenkügelchen, bald ein die Nerven durchströmendes, im Gehirn erzeugtes Fluidum angenommen worden, aber mit so wenig Grunde, daß eine Widerlegung dieser Hypothesen überflüssig ist.

Unter allen Theorieen über die Natur der Nervenkraft hat keine mehr Unheil angerichtet als die, welche Galvanismus und Nervenkraft als identisch betrachtete. Diese Theorie, welche an der Verbreitung materialistischer Ansichten in unserem Jahrhunderte einen nicht unwesentlichen Antheil hat, scheint eine ausführliche Widerlegung an diesem Orte nöthig zu machen.

Unter den Gründen, welche zur Annahme elektrischer Kräfte in den Nerven verleiteten, sind folgende die wichtigsten: Der organische Körper ist geeignet, Elektricität zu erzeugen, und Pfaff hat freie Elektricität im Menschen wirklich nachgewiesen (§. 50.). Die elektrischen Fische erzeugen elektrische Erscheinungen mit Hülfe der Nerven, denn nach Durchschneidung der Nerven hören jene Erscheinungen auf. Die Elektricität ist geeignet, fast alle die Lebenserscheinungen hervorzurufen, welche dem Nervensystem im thätigen Zustande eigenthümlich sind. Ein elektrischer Strom, welcher durch einen Muskelnerven geleitet wird, erregt Bewegung, und wenn er durch einen Empfindungsnerven geleitet wird, entsteht Empfindung. Galvanismus erregt Geschmack auf der Zunge, ein Leuchten im Auge, ein Summen im Ohre, und in den Organen des pflanzlichen Lebens giebt er Veranlassung zu Absonderungen und anderen Thätigkeiten, die nachweislich vom sympathischen Nerven abhängen.

Alle diese Erfahrungen können nicht beweisen, daß das thätige Princip in den Nerven ein galvanisches Fluidum sei. Sollten die Nerven durch Elektricität wirken, so müßte nicht nur freie Elektricität, sondern auch ein Leitungsapparat vorhanden sein, welcher geeignet wäre, die Elektricität zu isoliren. Wir haben gesehen, daß jede Nervenfaser, deren Tausende in einem Nerven neben einander liegen, einer gesonderten Thätigkeit fähig ist, indem z. B. ein Bündel eines Nerven in einem bestimmten Muskel Bewegungen veranlaßt, ohne seine Thätigkeit auf benachbarte Bündel überzutragen und dadurch Bewegungen in noch andern Muskeln hervorzubringen. Nimmt man an, daß die Nerven durch Elektricität wirken, so müßte man, in Bezug auf jenes isolirte Wirken der Nervenfasern, erweisen, daß jede Nervenfaser auch elektrisch isolirt sei. Die Erfahrung lehrt aber, daß dem nicht so ist. Man kann nämlich auch den schwächsten elektrischen Strom der Quere nach durch einen Nerven leiten; ein Beweis, daß das elektrische Fluidum von einer Faser auf die andere überspringt.

Die eben mitgetheilten Erfahrungen enthalten den vollständigsten Beweis, daß Empfindung und Bewegung von elektrischen Strömungen in den Nerven nicht abhängen. Mit Unrecht beruft man sich auf die elektrischen Fische. Abgesehen davon, daß die

galvanischen Erscheinungen in diesen Thieren noch manchem Zweifel Raum geben, so beweist die Erfahrung, daß durch Nerven die Entstehung und das Freiwerden von Elektricität vermittelt werden könne, auf keine Weise, daß die in den Nerven wirkende Kraft selbst wieder elektrischer Natur sei.

Die Erfahrung, daß ein elektrischer Strom, welcher durch einen Nerv geleitet wird, verschiedene Lebenserscheinungen hervorruft, welche dem Nerven eigenthümlich sind, beruht nicht darauf, daß Elektricität das in den Nerven wirkende Princip selbst ist, sondern darauf, daß sie ein Reizmittel ist, welches die Nervenkraft zur Thätigkeit anregt. Daher kommt es, daß nicht blos Elektricität, sondern auch andre Reize, welche Nerven treffen, die denselben eigenthümlichen Lebenserscheinungen hervorrufen. So entsteht die Empfindung des Leuchtens auch bei Entzündug des Auges, bei einem Stoße auf dieses, und selbst bei Durchschneidung des Gesichtsnerven. Wenn man einen Nerven elektrisirt, so entsteht allerdings Bewegung in den Muskeln, an welche er Zweige giebt, aber auch hier nur deshalb, weil die Elektricität die eigenthümliche motorische Kraft des Nerven anregt. Die folgenden Versuche beweisen dies: Wenn man einen elektrischen Strom quer durch den Muskelnerven leitet, so bewegt sich der Muskel, wenn der Nerv unverletzt ist, er bewegt sich aber nicht, wenn man den Nerven, zwischen der Stelle welche gereizt wird und dem Muskel, durch Quetschen desorganisirt hat. Wäre die Elektricität das bewegende Princip selbst, so müßte die gequetschte Stelle des Nerven der Elektricität den Durchgang verwehren. Versuche beweisen, daß dies nicht der Fall ist, und folglich muß das motorische Princip, welches durch die gequetschte Stelle nicht hindurch wirkt, noch etwas anderes als Elektricität sein (vergl. §. 50.).

Vierter Abschnitt.

Von der Sinnenthätigkeit im Allgemeinen.

§. 144. Das Thier besitzt das Vermögen, gewisse Veränderungen, welche in seinem Körper vorgehen, wahrzunehmen oder

zu empfinden. Dieses Vermögen, welches wir Sinn nennen, besitzen alle Theile, welche mit Nerven versehen sind, dagegen scheinen die specifischen Sinnesempfindungen an besondere Organe des Körpers gebunden zu sein.

Ursprünglich vermag der Sinn nur die im Körper vorgehenden Veränderungen wahrzunehmen, und die Erkenntniß des Reizes, welcher die Veränderungen hervorrief, ist von der Empfindung ausgeschlossen. Die tastende Hand fühlt ihre leibliche Oberfläche, das sehende Auge fühlt seine Netzhaut, vielleicht zitternd, vielleicht schwingend, gleichviel, beide fühlen nur ihren Zustand. Denn ursprünglich liegt in der Empfindung kein Grund, bei einer brennenden Nessel an etwas Anderes zu denken, als bei einem brennenden Nesselfriesel, die Haut fühlt sich eben nur als brennend. Daher glaubte Chesselden's operirter Blindgeborner, die gesehenen Gegenstände lägen auf seinen Augen, und erkannte die Gegenstände, die er betastet hatte, nicht wieder. Erst die Erfahrung belehrt uns, daß unser verändertes Innere von einem uns verändernden Aeußern abhängen könne. Wir unterscheiden nämlich unsern Körper, als einen bleibend empfundenen, von den Körpern, die in der Erscheinung wechseln, und da wir durch das Spiel der Glieder erkennen, daß wir nur in dem uns beharrlich erscheinenden Körper willkührlich Empfindungen erwecken können, so rechnen wir nur diesen zu unserm Ich, und setzen ihn der äußern Welt, als dem Nichtich, gegenüber. So bilden sich, auf dem Wege der Erziehung, aus dem ursprünglichen Sinne, welcher mehr nicht vermag, als die Veränderungen des eignen Organismus wahrzunehmen, die objektiven Sinne, mit deren Hülfe wir zur Erkenntniß eines Aeußern gelangen. Freilich ist auch diese Erkenntniß nur eine subjektive. Der Sinn kann uns nur von dem Einflusse der Objekte auf unsern Organismus benachrichtigen. Wären unsere Sinnesorgane wie Wachs, auf welches die Außenwelt ihr Siegel drückte, so erhielten wir von dieser reine Abdrücke und eine objektive Anschauung. Allein schon in der Lehre von der Reizbarkeit ist gezeigt worden, daß der Erfolg eines Reizes nicht minder durch die Natur des Gereizten, als durch das Wesen des Reizenden bedingt wird. In der Sphäre der Sinnenthätigkeit hat dieser Satz die ausgedehnteste Geltung, und wie wenig unsere Sinnesempfin-

dungen mit dem Wesen der Dinge zusammenfallen, beweisen folgende Umstände:

1) Daß derselbe Reiz von verschiedenen Organen als etwas Verschiedenes empfunden wird, wie z. B. den galvanischen Strom das Auge als leuchtend, das Ohr als tönend, die Zunge als schmeckend empfindet.

2) Daß dasselbe Organ die verschiedensten Reize als wesentlich gleichartig empfinden kann, wie z. B. in dem Auge nicht blos durch Licht, sondern auch durch Galvanismus, Elektricität, Entzündung und verschiedene durchaus innerliche Veränderungen die Empfindung von Leuchten und Farbe hervorgerufen werden kann.

3) Sehen wir in Folge Eines Reizes oft verschiedene Sinnesempfindungen in demselben Organe auftreten, so daß es ganz anschaulich wird, wie das angeregte Organ, nach Maßgabe innerer Veränderungen, seine Empfindungen selbstständig gebiert. Am auffälligsten wird dies bei den Farben. Unter gewissen Umständen sehen wir einen Körper in seiner bestimmten Farbe nur eine Zeit lang, dann verschwindet uns diese unter den Augen und wird zu einer andern.

Licht und Farbe, Wärme und Kälte, überhaupt alle Empfindungen, gehen demnach nicht als fertige Eigenschaften von den Dingen aus, sondern sie werden zu dem, was sie scheinen, erst in den Sinnesorganen selbst. Zwar existirt Licht, Wärme, Schall auch als etwas Reales in der Außenwelt, nur nicht als Leuchtendes, Wärmendes und Schallendes, denn dazu prägt es erst unsre Sinnlichkeit. Von welcher Beschaffenheit jenes Reale sei, läßt sich zwar auf dem Wege des Schlusses annäherungsweise bestimmen, nie aber unmittelbar empfinden.

Wir wiederholen es, daß wir durch die Sinne nicht das Wesen der Gegenstände selbst erfahren, sondern nur ihre Wirkung auf uns. Wir tragen aber unsre Empfindungen auf die Gegenstände als Eigenschaften über und halten sie für objektiv, während sie nur Erzeugnisse unsrer Eigenthümlichkeit (also subjektiv) sind. Daß der Sinn über die subjektive Auffassung der Dinge, wenigstens auf dem geraden Wege, nicht hinauskommen könne, ist eine Behauptung, die unmittelbar aus Thatsachen gefolgert ist, wie aber auf indirekte Weise auch das reale Wesen der Dinge erkannt

werden könne, ist eine Frage, welche der Physiologie nicht mehr angehört, doch mag Erwähnung finden, daß die Uebereinstimmung der Sinne bei Empfindungen, die in Zeit und Raum sich decken, von Einfluß sein muß.

§. 145. Man hat früher die Sinnesorgane vom Allgemeingefühl auf die Weise unterschieden, daß die Sinne uns von einem Aeußerlichen, das Allgemeingefühl von einem Innerlichen, d. h. von einem Zustande unsers eignen Körpers benachrichtigen. Wir haben aber gezeigt, daß man bei jeder Sinneswahrnehmung nur von dem Zustande seiner-Leiblichkeit benachrichtigt werde. Das Unterscheidende des Allgemeingefühls kann nur darin bestehen, daß bei seinen Empfindungen die Berücksichtigung des äußern Reizes wegfällt, und selbst dieser Unterschied ist nicht streng. Allerdings fühlt der von Krampf ergriffene Magen nur den eignen Schmerz, und der äußerliche Reiz, der ihn hervorrief, wird nicht bemerkt, während bei Tastempfindungen nicht nur die sich fühlende Haut, sondern auch die Existenz eines äußern Reizes, also des betasteten Objektes, zum Bewußtsein kommt. Indeß bilden Geruch und Geschmack doch eine gewisse Vermittelung, indem bei sehr heftigen Affektionen derselben die Berücksichtigung des Reizes beinahe wegfällt und ein Verlorensein in der Empfindung selbst stattfindet.

§. 146. Die meisten Physiologen nehmen an, daß jeder Sinn seine bestimmte Grenze habe, daß nur das Auge sehen, nur das Ohr hören könne. Soll diese Ansicht gelten, so muß sie erfahrungsmäßig begründet werden, denn eine innere Nothwendigkeit zu ihrer Annahme ist nicht vorhanden. Die Behauptung, daß andre Organe ihrem Baue nach ungeeignet wären zu sehen, ist von Wienhold mit vollem Rechte als unzulässig verworfen worden. Die letzte Beziehung zwischen Organ und Funktion ist uns gänzlich unbekannt, wir können aus dem Bau des Auges nicht beweisen, daß es sehen müsse, sondern wir wissen nur aus Erfahrung, daß es sehen könne. Daß nur das Auge geeignet sei, zu sehen, könnte erst dann fest stehen, wenn erfahrungsmäßig erwiesen wäre, daß nie ein andrer Theil gesehen habe, noch sehen werde, was aber unmöglich ist zu beweisen.

In diesem Felde haben die ausgezeichnetsten Naturforscher vielfältig gefehlt, indem sie die Grenzen der Organe von vorn

herein bestimmten, und nach dieser Bestimmung die vorkommende Erfahrung entweder billigten oder verwarfen.

Wir halten die Lehre von den Grenzen der Sinnesorgane noch nicht für geschlossen, doch ist es ziemlich wahrscheinlich, daß Empfindungen, welche unter gewöhnlichen Umständen nur durch ein bestimmtes Organ erzeugt werden, unter gewissen Verhältnissen auch durch andre Organe hervorgerufen werden können.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht begründen die Erfahrungen des natürlichen Schlafwandelns. Die Mondsüchtigen verrichten im Schlafe die Handlungen, welche wir wachend nur mit Hülfe des Gesichts ausführen können, eben so gut, ja besser mit geschlossenen Augen. Sie klettern nicht nur auf das geschickteste, vermeiden zufällige Hindernisse, die ihnen in den Weg kommen, fädeln Nadeln ein oder fangen geworfene Körper, sondern es giebt hinreichend beglaubigte Fälle viel wunderbarerer Art, von einem Apotheker, der nach geschriebenen Recepten Medikamente bereitete, von einem Mönch, der Predigten schrieb und vergessene Buchstaben in das Manuskript nachkorrigirte.

Nicht der Thatbestand, sondern seine Deutung ist zweifelhaft. Haller erklärt die Thaten der Mondsüchtigen theils durch ein eigentliches Sehen mit den nicht vollkommen geschlossenen Augen, theils durch ein krankhaft gesteigertes Gefühl. Indeß bemerken die Beobachter ausdrücklich, daß die Augen geschlossen seien, und kleine Lücken zwischen den nicht vollkommen geschlossenen Augenlidern können das geschickte und sichere Benehmen jener Kranken um so weniger erklären, als der Augapfel dabei gemeiniglich verdreht und nach oben gewendet ist. Ueberdies fand v. Swieten die Augen von Mondsüchtigen krampfhaft fixirt und reizlos. Ist es mißlich, die Thaten der Mondsüchtigen durch einen Rest von Sehen zu erklären, so ist es noch schwieriger, sie auf das Getast zu beziehen. Nicht blos die höchste Feinheit, sondern auch ungemeine Uebung des Tastsinnes müßte stattfinden. Dagegen scheint dieser allemal unterdrückt, das heftigste Rütteln weckt die Schläfer nicht, ja man hat Beispiele, daß sie ein Stechen mit Nadeln nicht wahrnahmen.

Unter diesen Umständen würden wir kein Bedenken tragen, einen für das Auge vikarirenden Sinn als erwiesen anzunehmen, wenn nicht die Schwierigkeit bliebe, zu begreifen, wie ein neu erwachter und

ungeübter Sinn so Außerordentliches zu leisten vermöge; ein solcher Sinn würde allerdings aus der Analogie mit den übrigen heraustreten, indem jeder andre, wie wir zeigten, erst durch Uebung die Beziehung der Empfindung auf einen äußern Reiz kennen lernt. Dasselbe Bedenken läßt sich gegen die Erscheinungen des thierischen Magnetismus erheben, welche hier in Frage kommen würden, und so haben wir Grund genug, ein Feld zu meiden, in welchem Wahres von Falschem zu sichten zur Zeit kaum möglich scheint.

§. 147. Die Sinne lassen sich, wie andre Kräfte des Organismus, durch Uebung ausbilden. Am auffallendsten vielleicht ist dies beim Tastsinn, der bisweilen eine Feinheit erhält, welche den Zweifel erregen kann, ob ihm nicht andre, noch unbekannte, Kräfte zu Hülfe kommen. Ein blinder schwedischer Bauer baute sich ein Haus, er verfertigte Schuhe, schmiedete, goß in Metall u. s. w. Das blind geborne Fräulein Paradies erkannte, wenn sie in ein Zimmer trat, dessen Höhe und Größe, sie wußte, ob sie an einem Haus oder Garten vorbeifuhr und ob letzterer mit einer Planke oder einem Zaune umgeben war. In solchen Fällen war die Empfindung wohl krankhaft gesteigert, indem der Verlust eines Sinnes vermehrte Reizbarkeit des andern nach sich zog, auf eine ähnliche Weise, wie bei unterdrückter Hautthätigkeit die Absonderungen in den Nieren zunehmen. Indeß finden wir auch bei gesunden Menschen die auffallendsten Beispiele von Sinnesschärfe, wie manche wilde Völkerstämme durch den Geruch die Spur von Menschen unterscheiden sollen.

Interessant ist der wechselseitige Einfluß der Sinne auf einander. Die Thätigkeit des einen stört oft die des andern, wie manche Menschen bei offnen Augen eine Musik weniger genießen, als bei geschlossenen. Dieß beruht nur auf Theilung der Aufmerksamkeit. Andrerseits ist bekannt, daß der Geschmack im Finstern sehr schwach ist, daß man Tabak und Wein bei geschlossenen Augen weniger genießt, in welchem Falle man annehmen könnte, daß das Licht, als Lebensreiz, das Vermögen zu empfinden im Allgemeinen steigerte, wenn nicht die erstgenannte Erfahrung dieser Ansicht entgegen wäre.

Man kann die Stärke der Empfindung willkührlich vermehren und vermindern, wenigstens bis auf einen gewissen Grad. Man vermehrt sie durch eigenthümliches Aufmerken oder Spannen, man vermindert sie durch Abstraktion. Auch in der Zerstreutheit sind die

Empfindungen weniger lebhaft, ja gewisse Reize entgehen uns ganz. Hierin liegen neue Beweise für die Ansicht, daß die Empfindung ein Produkt ist, welches aus Umarbeitung eines Aeußern durch ein uns angehöriges Organ hervorgeht.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen der Tastorgane.

§. 148. Das wichtigste Organ des Tastsinns ist die Haut. Da die Struktur dieses Gebildes die Absonderungsprocesse ungleich mehr als die Tastempfindungen erläutert, so versparen wir die genauere anatomische Beschreibung derselben auf einen andern Ort und erwähnen hier nur das Wenige, was zum Verständniß dieses Abschnitts nöthig scheint.

Die Haut besteht aus zwei Schichten, aus dem Oberhäutchen und der Lederhaut. Diese ist mit zahlreichen Empfindungsnerven durchwebt und bildet nach außen hin überaus zarte, weiche Papillen, welche als vornehmster Sitz des Gefühls betrachtet werden. Die Empfindlichkeit dieser Papillen ist so groß, daß sie in unmittelbarer Berührung mit äußern Gegenständen peinlichen Schmerz verursachen. Um diese übermäßige Empfindlichkeit abzustumpfen und Schmerzen zu verhüten, welche die zarten Tastempfindungen übertäubt haben würden, mußten die Papillen mit einer unempfindlichen Hülle überzogen werden. Die nervenlose Oberhaut bildet eine solche Hülle und gehört in diesem Bezuge sehr wesentlich zum Tastorgan.

Als wichtige Hülfsorgane des Tastsinns müssen Arme und Hände mit ihren Knochen und Muskeln angesehen werden. Durch ihre Mitwirkung erhalten wir vorzugsweise die Vorstellungen von Form und Größe. Die künstliche Gliederung dieser Theile, welche die vielfältigsten und feinsten Bewegungen zuläßt, die eigne Stellung des Daumens, den übrigen Fingern gegenüber, sind geeignet, uns mit der Außenwelt in die vielseitigste Berührung zu bringen.

§. 149. Der Tastsinn benachrichtigt uns von der Oberfläche und Form der Körper, von ihrer Temperatur, Größe und Schwere. Oberfläche und Form werden namentlich durch die Finger untersucht, deren äußerste Spitzen mit dem feinsten Gefühl begabt sind.

E. H. Weber zeigte, daß überhaupt die Feinheit der Tastempfindungen von der Mitte des Körpers nach den Enden der Gliedmaßen hin steigend zunimmt. Wir beziehen aber den Ausdruck Feinheit des Gefühls nicht auf den Grad der Reizbarkeit der Haut, sondern auf das wichtige Vermögen, zwei gereizte Hautpunkte in der Vorstellung zu sondern. Unter allen Theilen hat das feinste Gefühl die Zungenspitze, dann kommen die übrigen Theile in folgender Ordnung: Fingerspitzen, Zehenspitzen, Lippen, Finger, Zehen, innere Hand, innerer Fuß u. s. w., während am Rumpfe das Gefühl am gröbsten ist. Die beiden Spitzen eines Zirkels empfindet man an den Fingerspitzen als zwei, wenn sie auch nur 1 Linie von einander entfernt sind, während am Rükken der Hand 14 Linien, in der Gegend des Rückgrats 24 bis 30 Linien Entfernung nöthig waren, wenn die beiden Zirkelspitzen als zwei unterschieden werden sollten. Setzt man die Zirkelspitzen in der Richtung des Längenlaufs der Nerven auf die Haut, so kann man nicht so kleine Entfernungen unterscheiden, als wenn man sie der Quere nach aufsetzt.

§. 150. Das Wärmegefühl belehrt uns nicht über die Menge des Wärmestoffs der betasteten Körper, sondern über Zu- und Wegleitung dieses Stoffs aus unserm eignen. Warm ist, was Wärmestoff zuleitet, kalt, was ihn fort leitet; Körper, welche dem Thermometer nach gleich warm sind, haben scheinbar eine verschiedene Temperatur, wenn ihr Wärmeleitungsvermögen verschieden ist. Daher scheint uns Eisen, welches in der Sonne gelegen, heißer, als Holz unter gleichen Verhältnissen. Uebrigens sind wir in Folge von Gewöhnung genöthigt, die Temperatur jedes Körpers mit der der Luft zu vergleichen, daher wir nicht selten Körper warm nennen, obschon sie uns Wärme entziehen, z. B. einen Keller im Winter. Die Empfindlichkeit für Wärme ist an verschiedenen Stellen des Körpers ebenfalls verschieden, die linke Hand fühlt feiner, als die rechte, wahrscheinlich weil ihre Haut zarter ist, nah an einander liegende Theile empfinden Unterschiede von Wärme minder genau, als entfernte; große Hautflächen empfinden (wegen der vielen afficirten Stellen) stärker, als kleine.

§. 151. Die Wahrnehmung der Größe geht zunächst von der Empfindung der afficirten Hautfläche aus. Wir halten einen Körper für so groß, als das Stück Haut, welches in der Berüh-

rung zum Gefühl kommt. Daß nun der Sinn für Größe in den verschiedenen Theilen gerade so abweichen muß, wie die Feinheit des Gefühls, versteht sich nach den angeführten Zirkelversuchen von selbst. Die Größe eines Gegenstandes ist nämlich bedingt durch die Entfernung seiner Endpunkte von einander. Die mit der Haut in Berührung kommenden Zirkelspitzen können als die Grenzpunkte eines Körpers betrachtet werden, dessen Größendurchmesser gleichkommt der Distanz jener Spitzen. Man empfindet aber die Entfernung zweier Zirkelspitzen an empfindlichen Theilen als eine große, während man sie an minder empfindlichen als eine kleine empfindet, und schätzt die Entfernung derselben von einander nach der Menge derjenigen sensibeln Punkte, welche inmitten der beiden berührten Stellen einer gesonderten Empfindung fähig sind. Die meisten Größenvorstellungen erlangen wir durch eine Verbindung des Tastsinns mit Ortsbewegung.

§. 152. Die Schwere empfindet der Tastsinn in dem Druck eines Körpers auf die Haut, daher auch diese Empfindung an verschiedenen Stellen des Körpers nicht gleich lebhaft ist. Gewöhnlich empfinden wir aber die Schwere nicht mittelst des Tastsinns, sondern vermöge der Muskelkraft, welche zum Tragen eines Objekts erforderlich ist. Die Vorstellungen, welche wir auf dem letzten Wege erhalten, übertreffen die erstern an Feinheit ungefähr um das Doppelte. Die Verschiedenheit zweier Gewichte unterscheidet man am genauesten, wenn man sie schnell hinter einander mit derselben Hand aufhebt. Ueberhaupt ist bemerkenswerth, daß alle vergleichenden Prüfungen mittelst des Tastsinns nicht so genaue Ergebnisse bieten, wenn sie gleichzeitig, als wenn sie schnell hinter einander angestellt werden. Wenn man gleichzeitig jede Hand in ein Gefäß mit Wasser bringt, so unterscheidet man Verschiedenheiten der Temperatur nicht so fein, als wenn man die Gefäße hinter einander und namentlich mit derselben Hand prüft.

Man hat früher sehr übertriebene Ansichten von der Wichtigkeit des Tastsinns gehabt, und noch Buffon und Herder glaubten die wichtigsten Vorzüge des menschlichen Geistes aus dem trefflichen Organismus unsrer Hände herleiten zu dürfen. Indeß steht der Affe, ungeachtet seiner höchst ausgebildeten Tastorgane, dem Menschen um nichts näher, als Hund und Elephant, und hin und wieder finden sich Krüppel, welche, ohne Hände und Füße aufge-

wachsen, doch in ihrer menschlichen Entwickelung nicht wesentlich zurück blieben. Alle geistigen Fähigkeiten sind der Anlage nach uns angeboren, es bedarf nur der Entwickelung und diese kann auch durch Hülfe andrer Sinne erreicht werden. Wie viel aber der Tastsinn bei unsrer geistigen Entwickelung vermag, zeigen auffallend die Beispiele von Blindgebornen, welche nicht selten sich Kenntnisse erwerben und Thaten verrichten, bei welchen der Gebrauch der Augen uns unentbehrlich scheint. So haben sich Blindgeborne als Maschinenbauer und Schriftsteller im Felde der Optik ausgezeichnet*).

Sechster Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Gesichtsorgans.

(vergl. Tab. II. Fig. 12.)

§. 153. Das Auge ist eine kugelförmige, hohle Kapsel, welche mit einer häutigen Fortsetzung des Sehnerven ausgekleidet und mit Wasser und halbflüssigen Stoffen angefüllt ist.

Die äußerste Hülle des Augapfels besteht aus einer sehnigen, sehr festen, weißen Haut, Sklerotika (Tab. II. Fig. 12. 1.), welche nach vorn eine fast kreisrunde Oeffnung zur Aufnahme einer durchsichtigen, ebenfalls sehr festen, uhrglasförmigen Haut, der Hornhaut (Fig. 12. 4.), übrig läßt. Die weiße Augenhaut ist nach innen mit einer zarten, gefäßreichen, braunen Haut ausgekleidet, welche Gefäßhaut (Fig. 12. 2.) genannt wird. Ihr vorderster Rand bildet einen weißen Ring, Ciliarring, welcher da befestigt ist, wo die weiße Augenhaut und Hornhaut zusammengrenzen. Betrachtet man die Gefäßhaut auf ihrer innern Seite, so findet man sie von einem schwarzen, schleimigen Stoffe bedeckt, an der Stelle aber, wo an ihrer äußern, der Sklerotika zugewendeten Seite der Ciliarring bemerklich ist, liegt nach innen der Faltenkranz oder Ciliarkörper (Fig. 12. 7.). Es ist nämlich der äußerste Rand der Gefäßhaut in eine Menge zarter Falten zusammengelegt, welche nach dem Rande der Hornhaut

---

*) Vergl. die äußerst lesenswerthen lettres sur les aveugles von Diderot.

zuwärts laufen, und mit vorspringenden Enden (Ciliarfortsätze) sich an den scharfen Rand der Krystalllinse (Fig. 12. 6.) anhängen. Dieser Faltenkranz ist mit einem besonders schwarzen Pigment bedeckt. Nach innen von der Gefäßhaut findet sich eine dritte Haut, die Netzhaut, Retina (Fig. 12. 3.), welche eine Fortsetzung des Sehnerven ist. Sie übertrifft selbst die vorige an Zartheit und ist kleiner, indem ihr vorderer Rand nur bis zum hintern Rande des Faltenkranzes reicht.

Unter den häutigen Theilen ist noch die Regenbogenhaut oder Iris (Fig. 12. 5.) zu erwähnen, welche bald blau, bald braun, bald grünlich gefärbt ist, in der Mitte ein Loch (Pupille) zum Durchgange für das Licht hat, und in ihrem äußern Umfange an dem Ciliarring sich festsetzt. Sie erhält ihre Nerven von dem Ciliarknoten, welcher in der Augenhöhle neben dem Sehnerven liegt und mit dem dritten und fünften Nervenpaare zusammenhängt. Die Ciliarnerven treten hinten in den Augapfel und laufen zwischen Sklerotika und Gefäßhaut nach vorn, wo sie sich in der Iris und wahrscheinlich auch in den Ciliarfortsätzen verzweigen*).

§. 154. In der beschriebenen häutigen Kapsel finden sich die brechenden Mittel des Auges, welche die Bestimmung haben, die zerstreuten Lichtstrahlen der leuchtenden Objekte zu einem Bilde zusammen zu brechen. Die hierher gehörigen Theile sind:

1) Die Krystalllinse (Fig. 12. 6.), ein linsenförmiger Körper, welcher nahe hinter der Pupille liegt, mit seinen breiten Flächen nach vorn und hinten sieht, mit seinen scharfen Rändern aber an den Ciliarfortsätzen aufgehangen ist. Die Linse besteht aus Schichten, welche sich wie die Schichten einer Zwiebel in einander schachteln und nach innen dichter werden. Die Masse ist dem Eiweiß ähnlich, vollkommen durchsichtig und leicht zerdrückbar. Die Linse ist von einer durchsichtigen, häutigen Kapsel umgeben, mittelst welcher sie in ihrer Lage erhalten wird. Die Linse und ihre Kapsel besitzen keine Nerven, auch hat man nur zu der letztern Blutgefäße verfolgen können.

2) Die wässerige Feuchtigkeit findet sich in dem Raume

*) Bei mehrerern Thieren wenigstens ist dieß nachgewiesen.

zwischen der Hornhaut und Iris, der vordern Augenkammer, und zwischen der Iris und Linse, der hintern Augenkammer.

3) Der Glaskörper füllt die ganze Höhle des Auges, welche hinter der Linse liegt. Er besteht aus einer klaren, eiweißhaltigen Masse, welche in einer höchst zarten, durchsichtigen Haut (membrana hyaloidea) eingeschlossen ist. Diese Haut bildet nach innen Fächer und Zellen, welche unter einander keinen Zusammenhang haben, daher bei einem Stich in den Glaskörper nur wenig Wasser auf einmal ausfließt.

§. 155. Das Auge wird durch sechs Muskeln bewegt, welche im Hintergrunde der Augenhöhle entspringen, nach vorn verlaufen und mit ihren sehnigen Enden an der weißen Augenhaut sich festsetzen. Vier derselben haben eine ganz gerade Richtung und heißen deßhalb gerade Augenmuskeln. Es giebt einen obern und untern, einen innern (Fig. 13. 6.) und äußern geraden Augenmuskel (Fig. 13. 5.), welche den Augapfel ihrer Lage gemäß heben oder senken, und nach innen oder außen richten können. Außerdem finden sich zwei schiefe Augenmuskeln, ein oberer, welcher das Auge nach oben und innen, und ein unterer, welcher es nach unten und außen rollt.

§. 156. Zum Schutz des Auges dienen theils die Augenbrauen, welche herabfallenden Staub auffangen, theils und vorzugsweise die Augenlider. Letztere sind Falten der Haut, welche durch zarte, muldenförmige Knorpel in ihrer Form erhalten werden. Die dem Auge zugekehrte Seite der Falte besteht aus einer weichen, schleimigen Haut, welche sich durchsichtig über den vordern Theil des Augapfels hinzieht und, weil sie Augenlider und Augapfel verbindet, Bindehaut genannt wird. Um beide Augenlider zieht sich unterhalb der äußern Haut ein breiter Ring von Muskelfasern, dessen Bestimmung ist, durch willkührliche Zusammenziehung die Augenlider zu schließen. Ein Muskel, der am obern Theile der Augenhöhle entspringt und an dem Knorpel des obern Augenlides sich festsetzt, heißt, seiner Bestimmung entsprechend, Hebemuskel des Augenlides.

§. 157. Von Wichtigkeit für das Auge sind endlich die Thränenorgane, welche die Thränenfeuchtigkeit absondern, um das Auge zu reinigen. Die Absonderung geschieht in zwei Thränendrüsen, welche am obern und äußern Theile der Augenhöhle

ganz nah am Augenlide liegen. Aus ihnen kommen sechs bis sieben feine Kanälchen, welche zwischen dem Knorpel und der innern Haut des Augenlides hinlaufen, und an der innern Seite des Augenlides mit kaum sichtbaren Oeffnungen sich ausmünden.

An der Kante des innern Augenwinkels finden sich nun zwei kleine Oeffnungen, die Thränenpunkte, welche den Anfang zweier Röhrchen, der Thränenröhrchen, abgeben, die sich in einen kleinen Schlauch, den Thränensack, einmünden. Der Thränensack liegt an der innern Wand der Augenhöhle, nach vorn, in einer kleinen Vertiefung, und geht in einen häutigen Kanal über, welcher durch den knöchernen Thränenkanal aus der Augenhöhle in die Nasenhöhle geleitet ist. Die Feuchtigkeit, welche von den Thränendrüsen abgesondert wurde, benetzt also das Auge, wird von den Thränenpunkten aufgesogen und fließt durch die Thränenröhrchen, den Thränensack und endlich den Thränenkanal in die Höhle der Nase.

§. 158. Die Grundbedingungen des Sehens sind: 1) daß die von einem leuchtenden Punkte kegelförmig sich ausbreitenden Lichtstrahlen durch die brechenden Mittel des Auges von neuem in einem Punkte vereinigt werden; 2) daß die Punkte, in welchen das Licht vereinigt wird, in denselben Lagerungsverhältnissen zu einander stehen, als die leuchtenden Punkte der Außenwelt, denen sie entsprechen. Durch Erfüllung dieser Bedingungen entsteht auf der Netzhaut ein vollkommen deutliches Bildchen des betrachteten Objekts, nur in verkehrter Richtung.

Das Vermögen des Auges, zerstreute Lichtstrahlen in einem Punkte zu vereinigen, hängt theils von der Form der brechenden Mittel im Ganzen ab, insofern diese durch die kugelige Kapsel eine den Linsengläsern ähnliche Gestalt erhalten, theils von ihrer Dichtigkeit, da bekanntlich Lichtstrahlen, welche durch Körper von verschiedener Dichtigkeit hindurchtreten, ihre Richtung ändern. Die brechenden Mittel des Auges haben sämmtlich ein stärkeres Brechungsvermögen, als Wasser, doch ist dies Vermögen in jedem ein anderes, in den innern Schichten der Linse sogar stärker, als in den äußern, so daß die Lichtstrahlen, welche durch das Auge fallen, einen Zickzack beschreiben müssen. Die wichtigste Rolle beim Brechen der Lichtstrahlen spielt die Krystalllinse, daher Extraktion derselben bei Staaroperationen nachmals die Anwendung von

Staarbrillen, d. h. starken, linsenförmigen Gläsern, nöthwendig macht.

§. 159. Die Netzhaut, als nerviges Organ, empfindet das auf ihr dargestellte Bild des äußern Objekts. Gegen diese Ansicht erhob sich Mariotte, indem er fand, daß die Stelle, wo der Sehnerv ins Auge tritt, der Fähigkeit zu sehen entbehrt. Wenn man auf weißes Papier vier schwarze Punkte in Zwischenräumen von einem Zoll horizontal neben einander setzt, und mit dem linken Auge den am meisten nach links gelegenen Punkt betrachtet, so wird man zugleich auch die übrigen drei Punkte sehen, das Papier mag nun dem Auge nah oder fern stehen. Betrachtet man dagegen mit dem linken Auge den äußersten rechten Punkt, so wird man nur in gewissen Entfernungen alle vier Punkte zugleich sehen, und nach Maßgabe der Entfernung verschwindet von den übrigen bald der eine, bald der andre, so daß außer dem fixirten Punkte nur noch zwei bemerklich bleiben. Die Berechnung lehrt, daß der verschwindende Punkt auf die Stelle der Netzhaut trifft, wo der Sehnerv eintritt. Daher glaubte Mariotte, nicht die Netzhaut, sondern die Gefäßhaut empfinde. Da aber die Gefäßhaut keine Nerven hat und da Krankheit und Durchschneidung des Sehnerven Blindheit erzeugen, so kann kein Zweifel sein, daß doch die Netzhaut die Quelle der Empfindung ist. Wenn die Stelle, wo der Sehnerv eintritt, zum Sehen ungeschickt ist, so liegt dieß muthmaßlich an einer kleinen Schlagader, welche genau in der Achse des Sehnerven liegt, und mit diesem in das Auge tritt, um die Netzhaut mit Blut zu versorgen. Ich fand nämlich durch Berechnung, daß die empfindungslose Stelle der Netzhaut viel kleiner ist, als die Eintrittsstelle des Sehnerven, und ungefähr so klein wie der Durchmesser der erwähnten Schlagader*).

§. 160. Die Netzhaut besitzt im Vergleich zum Getast ein unglaublich feines Empfindungsvermögen. Zwei Spinnwebfäden, welche in der Entfernung von $\frac{1}{200}$ Zoll parallel neben einander gespannt waren, erkannte ich auf 7 Zoll Entfernung als doppelt. Die Berechnung lehrt, daß hier die gereizten Nervenpunkte nur $\frac{1}{4000}$ Zoll auseinander liegen, während an den Fingerspitzen zwei gereizte Stellen sich nicht ganz bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll nähern

*) Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes von Dr. A. W. Volkmann. Leipzig, 1836.

dürfen, ohne Verschmelzung der zu fordernden Empfindungen in eine einzige zu verursachen. Bei einem scharfsehenden Manne fand ich, daß die Feinheit der Gesichtsempfindungen die des Getastes um das Achthundertfache übertraf.

§. 161. Die Gefäßhaut mit ihrem schwarzen Pigment scheint dazu bestimmt, die Lichtstrahlen, welche durch die halbdurchsichtige Netzhaut dringen, aufzusaugen, damit sie nicht zurückgeworfen werden und die Netzhaut überreizen. Bei den Kakerlaken nämlich und allen rothäugigen Thieren fehlt das schwarze Pigment, und ihre Augen zeigen gegen lebhaftes Licht eine krankhafte Empfindlichkeit. Dagegen ist nicht anzunehmen, daß die Gefäßhaut wie die Folie eines Spiegels wirke und dadurch das Bild auf der Netzhaut herstelle.

Die weiße Augenhaut giebt dem Auge Halt und Form, und dient den Muskeln zum Haltpunkt, von welchen die Bewegungen des Blicks abhängen.

§. 162. Der Nutzen der Iris besteht in zweckmäßiger Erweiterung und Verengerung der Pupille, wodurch die Menge des ins Auge fallenden Lichtes nach Bedürfniß bestimmt wird. Bei völlig Blinden, wo die Stärke des einfallenden Lichtes gleichgültig ist, bewegt sich daher die Pupille gar nicht. Im Uebrigen verändert sich die Größe der Pupille nach folgenden Umständen:

1) Entfernung der Gegenstände; je größer diese ist, um so schwächer wirkt das Licht, daher sich die Pupille erweitert, um mehr Licht zuzulassen. Umgekehrt verengert sie sich, wenn das Objekt nahe liegt.

2) Farbe der Gegenstände. Von dunkeln Farben müssen mehr Strahlen ins Auge fallen, als von den stärker reizenden, hellen, daher bei Betrachtung schwarzer Körper, selbst wenn sie nah liegen, die Pupille sich dennoch erweitert. Umgekehrt verhält es sich bei hellem, glänzendem Lichte.

3) Beschaffenheit der Gefäßhaut. Je mehr schwarzes Pigment vorhanden, um so vollständiger wird das einfallende Licht aufgesogen, um so mehr Licht bedarf das Auge, um so weiter die Pupille, und umgekehrt.

4) Reizbarkeit der Netzhaut; ist diese sehr groß, so verengert sich die Pupille, wie in manchen Augenentzündungen, damit nicht

durch zu vieles Licht Ueberreizung entstehe, ist sie gering, so wird die Pupille weiter.

5) Die Bewegungen jeder Pupille hängen sympathisch von denen der andern ab, daher, wenn ein Auge geschlossen und dadurch dem Lichtreiz entzogen wird, die Pupille des offnen sich erweitert.

6) Einfluß der Augenstellung. Die Größe der Pupille verändert sich, ganz unabhängig vom Lichteinfluß, nach Maßgabe der Entfernung des Punktes, welchen die Augen fixiren. Die Pupille verengert sich nämlich, bei übrigens gleichen Verhältnissen, in demselben Maße, als dieser Punkt näher liegt. Die Folge davon ist, daß man willkührlich die Pupille bewegen kann, indem man im Stande ist, willkührlich einen nähern oder einen fernern Punkt in Augenmerk zu nehmen.

Der Streit, ob Verengerung oder Erweiterung der Pupille eine Folge von Thätigkeit der Iris sei, kann als beendigt betrachtet werden. Sowohl die größte Erweiterung, als die äußerste Zusammenziehung der Pupille setzt Thätigkeit voraus, und nur die mittlern Grade von Erweiterung bestehen bei Ruhe. Dagegen ist immer noch dunkel, von welcherlei Kräften die Bewegung der Iris abhänge. Zwar finden sich in ihr Fasern, aber diese scheinen den Muskelfasern nicht ähnlich.

Die Zusammenziehungen der Iris werden durch den Reiz des Lichtes hervorgerufen, aber nur wenn das Licht die Netzhaut gereizt hat. Daher kommt es, daß im schwarzen Staar, wo die Netzhaut fast alle Empfindlichkeit für Licht verliert, die Bewegungen der Iris sehr unbedeutend werden. Es scheint also, daß, nachdem der Lichtreiz empfunden worden ist, eine Rückwirkung der Gehirns auf die Ciliarnerven stattfindet und daß diese die Iris veranlassen, sich zusammen zu ziehen. Aehnlicher Weise schließen sich unwillkührlich die Augenlider bei heftigem Lichte; offenbar unter Einwirkung des Gehirns, welches den Reiz empfindet und auf die Augenlider reflektirt.

§. 163. Der Nutzen der Augenlider als Schutzorgane ist schon angedeutet worden, außerdem haben sie den Zweck, durch periodisches Blinken den Lichtreiz zu unterbrechen und dadurch Ueberreizung des Auges zu verhüten. Hält man die Augen ge-

flissentlich längere Zeit offen, so werden die Bilder der Gegenstände schnell trüb und die Augen beginnen zu schmerzen.

§. 164. Die Augenmuskeln gewähren den Vortheil, daß wir das Auge selbst bei ruhendem Haupte nach verschiedenen Richtungen hin gebrauchen können. Weit wichtiger indessen ist der Umstand, daß sie beide Augen auf einen und denselben Gegenstand zugleich lenken können und so das Fixiren eines Objekts vermitteln, ohne welches, wie wir zeigen werden, nur höchst unvollkommen gesehen werden kann. Ich habe in meinen Beiträgen erwiesen, daß die Bewegung der Augen eine rotirende ist. Das Auge dreht sich bei jedweder Bewegung um einen ruhenden Punkt, welchen man Drehpunkt nennen kann. Aus diesem Gesetze erklärt es sich, warum Gesichtsobjekte, welche hinter einander liegend sich decken, auch bei Bewegung der Augen gedeckt bleiben, was nicht der Fall ist, wenn man das Auge durch Fingerdruck verschiebt, oder den Kopf verwendet.

§. 165. Die verkehrte Stellung des Bildes im Auge hat eine Menge der wunderlichsten Erklärungen des aufrechten Sehens veranlaßt. Die Sache ist einfach die, daß verkehrt nur das erscheint, was seine Lage zu den sämmtlichen Umgebungen umgekehrt hat. Oben und Unten, Rechts und Links haben nur vergleichsweise eine Bedeutung, und wir denken uns, um ein Beispiel zu geben, als unten das, was dem Centrum der Erde näher liegt, als ein Anderes, diesem Centrum Entfernteres. Daher empfinden unsre Gegenfüßler ihre Füße unten und ihr Haupt oben. Nun verkehrt aber das Auge nicht ein einzelnes Objekt, sondern Alles, es läßt die Dinge in denselben Verhältnissen, und weil es nicht etwa blos den Menschen umkehrt, sondern auch die Erde, so bleiben die Füße an der Erde und sind also unten. Die Lage des Bildes im Auge durfte auf unsre Vorstellungen von Oertlichkeit keinen Einfluß haben, denn da sie sich mit jeder seitlichen Neigung des Kopfes ändert, so würden unsre Begriffe von Lokalität höchst schwankend geworden sein.

§. 166. Nur eine kleine, im Achsenpunkte*) der Netzhaut

*) Achsenpunkt der Netzhaut nennen wir den Punkt der letztern, wo sie von der Augenachse geschnitten wird; Augenachse aber heißt bekanntlich eine gerade Linie, welche als durch das Centrum der Kryställinse und den Mittelpunkt des Auges gezogen zu denken ist.

gelegene Stelle des Auges sieht vollkommen deutlich. Seitwärts von diesem Punkte nimmt die Schärfe des Bildes nach allen Richtungen ab, bis an dem Rande der Netzhaut das undeutliche Sehen in Bewußtlosigkeit übergeht. Im Achsenpunkte des Auges sind die Empfindungen anhaltender, sie dauern aus, während für die übrigen Stellen der Netzhaut, welche nur indirekt sehen, die Bilder zu schwanken und deren Farben zu wechseln beginnen. Sehr merkwürdig sind Purkinje's Erfahrungen über die Veränderungen der farbigen Lichtstrahlen, wenn diese mehr oder weniger seitlich ins Auge fallen. So erscheint Purpur unter einem Winkel von 90°, auswärts der Sehachse, schwarz, bei 80° blau, bei 70° violett und erst bei 50° gewinnt er die Purpurfarbe. Soll also ein Gegenstand vollkommen deutlich gesehen werden, so muß man die Augen so stellen, daß das Objekt auf die Achsenpunkte der Netzhäute fällt, oder, was dasselbe ist, im Konvergenzpunkte der Sehachsen liegt. Hierauf beruht das Fixiren.

§. 167. Daß man mit zwei Augen nur ein Bild sieht, liegt weder daran, daß nur ein Auge auf einmal thätig ist, wie Gall meinte, noch daran, daß die Seele zwei ganz gleiche Eindrücke nicht unterscheide. Beide Ansichten widerstreiten verschiedenen Erscheinungen des Doppeltsehens, die noch erwähnt werden sollen.

In beiden Augen finden sich Stellen, die gemeinschaftlich nur einer Empfindung fähig sind, und es giebt Stellen, deren Empfindungen unter keinerlei Verhältnissen zur Einheit verschmelzen. Die Stellen ersterer Art nennen wir mit J. Müller identische, die letzteren differente, obschon diese Namen nicht ganz bezeichnend sind. Um die Lage dieser Stellen zu begreifen, stelle man sich vor, die Hohlkugel des Auges sei, wie die Erdkugel, mit Längen- und Breitengraden überzogen, und die Längengrade vereinigten sich in dem Achsenpunkte, gleichsam als in einem Pole. Identisch sind nun solche Stellen der Netzhaut, welche unter gleichen Graden der Länge und Breite liegen, differente Stellen solche, von denen dies nicht gilt.

Hieraus erklärt es sich, warum man einfach sieht, wenn man einen Gegenstand fixirt, d. h. so betrachtet, daß er in den Kreuzungspunkt der Sehachsen (s. §. 166. Anm.) zu liegen kommt.

Die Bilder beider Augen liegen nämlich in diesem Falle nothwendig unter gleichen Graden der Länge und Breite. Andererseits erklärt es sich auch, warum Gegenstände, die nicht im Kreuzungspunkte der Sehachsen liegen, stets doppelt erscheinen, es fallen nämlich dann die Bilder auf differente Stellen der Netzhaut. Man fixire versuchsweise einen entfernten Gegenstand, und bringe zwischen diesen und die Augen einen Finger, so wird letzterer unfehlbar im Doppelbilde erscheinen, eben so erscheint ein ferner Gegenstand doppelt, wenn man den nahen Finger fixirt. Man kennt die Ursache nicht, warum zwei identische Netzhautpunkte nur eine Empfindung, zwei differente dagegen zwei gesonderte Empfindungen veranlassen. Da man weiß, daß nicht die Netzhaut, sondern das Gehirn empfindet, welchem der Reiz der Netzhaut durch den Sehnerven zugeleitet wird, so kann man annehmen, daß die beiden Nervenfasern, welche zwei identische Netzhautstellen mit dem Gehirn in Verbindung setzen, in ein und demselben Punkte des Gehirns enden, und eben deshalb nur Einen Eindruck hervorbringen.

Die aufgestellte Lehre bestätigt sich in den Fällen, wo die Gesichtserscheinung nicht durch die Gegenwart eines Objekts, also nicht durch Lichtreiz, sondern durch Reize anderer Art bedingt ist. Personen, welche im Stande sind, durch Druck auf das geschlossene Auge den Anblick einer Lichtscheibe zu gewinnen, werden finden, daß Druck auf beide Augen Doppelbilder hervorruft, wenn der Reiz auf differente Stellen des Auges, z. B. auf beide äußere Augenwinkel ausgeübt wird, daß dagegen, ungeachtet des Druckes auf beide Augen, nur ein Bild zum Vorschein kommt, wenn identische Stellen der Netzhaut, z. B. durch Druck auf einen äußern und einen innern Augenwinkel, gereizt werden.

§. 168. Es ist mathematisch erweislich, daß außer dem fixirten Punkte nur noch die Gegenstände auf identische Stellen der Netzhäute treffen, welche in einem Kreise liegen, der als durch den Fixationspunkt und die beiden Drehpunkte (§. 164.) unsrer Augen gezogen zu denken ist. Alle andre Objekte müssen in Doppelbildern erscheinen, und wenn diese gewöhnlich nicht zur Erscheinung kommen, so ist zu bemerken:

1. Objekte, deren Strahlen nah an den Achsenpunkten der Netz-

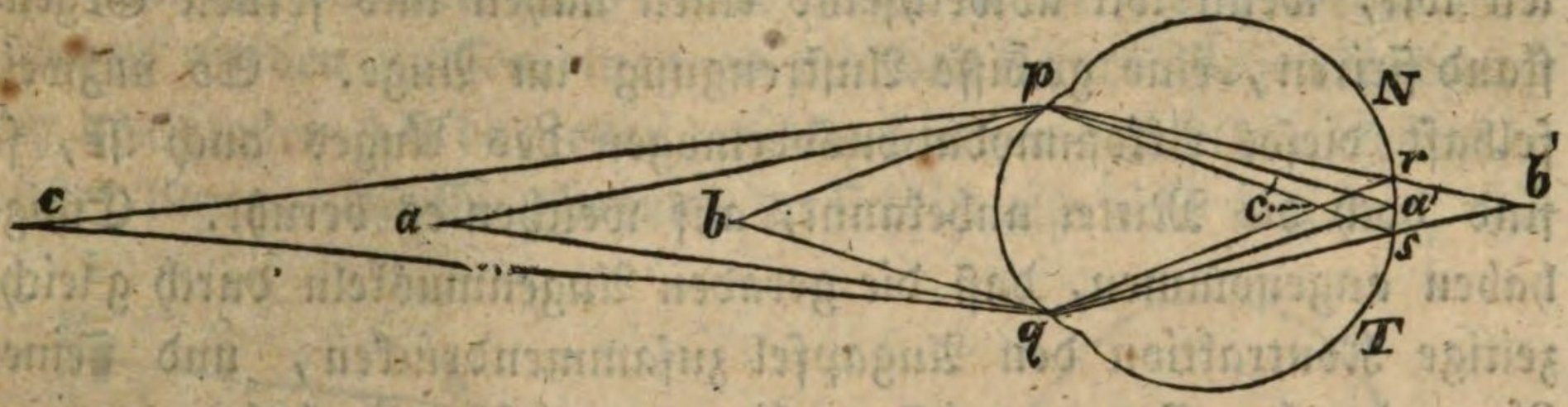
häute einfallen, geben Doppelbilder, die größtentheils sich dekken, so daß ihr Doppeltsein nicht auffällig wird.

2. Objekte, deren Strahlen weit vom Achsenpunkte einfallen, treffen auf Stellen, die zu geringe Empfindlichkeit haben, um eine deutliche Anschauung des Doppelten aufkommen zu lassen.

3. Gewöhnlich ist von den Doppelbildern das eine deutlicher, als das andre (wenn nämlich das eine von einer Stelle der Netzhaut empfunden wird, die näher am Achsenpunkte liegt), und dann verwischt die lebhaftere Empfindung die schwächere.

Indeß kann man durch Uebung die Doppelbilder erkennen lernen, die wirklich da sind, wie andererseits Schielende durch Uebung einfach sehen lernen, da sie doch doppelt sehen müßten. Auch soll der Anfang des Schielens immer mit Doppelsichtigkeit verbunden sein.

§. 169. Beurtheilen wir das Auge nach physikalischen Grundsätzen, so ist es unbegreiflich, warum wir Gegenstände von verschiedener Entfernung gleich deutlich sehen. Wenn ein Gegenstand bei a deutlich gesehen wird, weil der von ihm ausgehende Lichtkegel p a q in dem Punkte a′ der Netzhaut N T seine



Vereinigung findet, so müßte der nähere Gegenstand b und der entferntere c undeutlich gesehen werden, weil die von ihnen ausgehenden Lichtkegel nicht auf der Netzhaut zur Vereinigung kämen. Nach bekannten physikalischen Lehren würde nämlich das Licht des zu nahen Gegenstandes b erst hinter der Netzhaut bei b′, dagegen das Licht des zu fernen Objektes c schon vor der Netzhaut bei c′ vereinigt werden. Da nun ein deutliches Bild nur an der Stelle entstehen kann, wo die von einem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen wieder in einem Punkte zusammenkommen, so könnte weder für den zu nahen, noch für den zu fernen Gegenstand ein deutliches Netzhautbild entstehen, und die Undeutlichkeit dieses Bildes würde Undeutlichkeit des Gesichts nach sich ziehen.

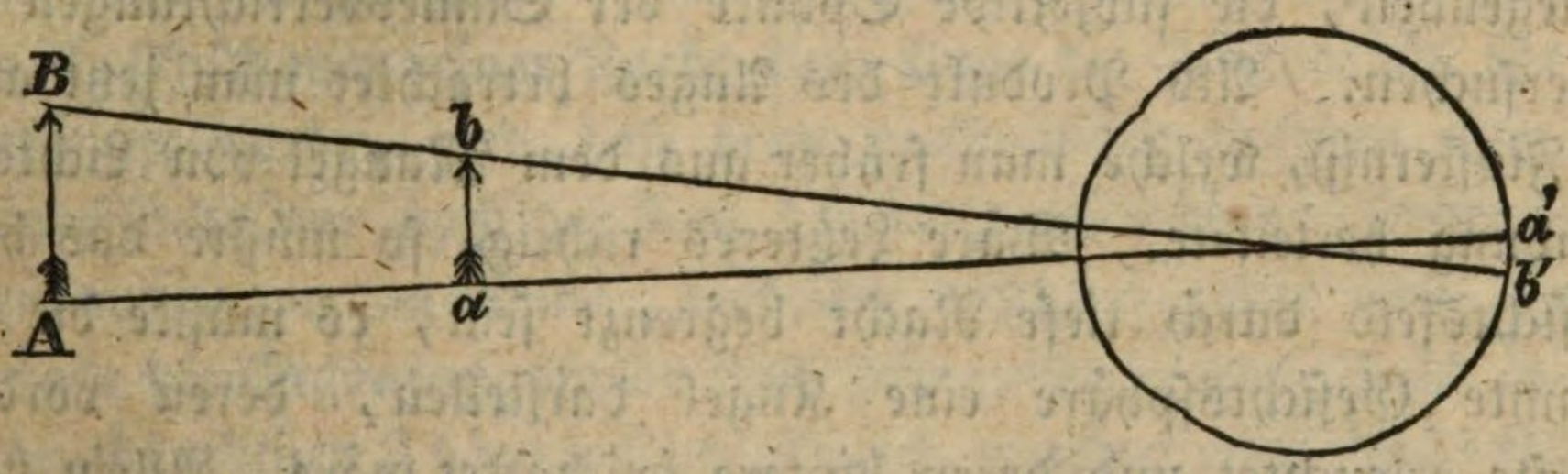
Indeß können gesunde Augen Gegenstände aus der verschiedensten Entfernung deutlich sehen, und man ist daher gezwungen anzunehmen, entweder, daß die brechenden Mittel des Auges nicht nach den Gesetzen der Linsengläser wirken, oder aber, daß das Auge mit dem Vermögen begabt sei, seine brechenden Kräfte der Entfernung der Gegenstände anzupassen.

Die erste Ansicht ist von Treviranus vertheidigt worden, welcher auf mathematischem Wege zu erweisen suchte, daß die Krystallinse, als concentrisch geschichteter Körper, das Vermögen besitzen müsse, das Licht entfernter und naher Objekte gleich richtig auf der Netzhaut zur Vereinigung zu bringen. Allein die Theorie sowohl als die Erfahrung ist dieser Ansicht nicht günstig. Betrachtet man durch eine Fensterscheibe entfernte Gegenstände, so verschwinden die Bläschen und Ritzchen des Glases, und fixirt man letztere, so erscheint die Gegend undeutlich. Gegenstände von verschiedener Entfernung können nie gleichzeitig, wohl aber in der Zeitfolge nach einander, gleich deutlich gesehen werden, und das Auge muß also die Fähigkeit besitzen, durch innere Veränderungen sich der Entfernung der Gegenstände anzupassen. Auch fühlen wir, wenn wir abwechselnd einen nahen und fernen Gegenstand fixiren, eine gewisse Anstrengung im Auge. So unzweifelhaft dieses Akkommodationsvermögen des Auges auch ist, so sind doch die Mittel unbekannt, auf welchen es beruht. Einige haben angenommen, daß die geraden Augenmuskeln durch gleichzeitige Kontraktion den Augapfel zusammendrücken, und seinen Längendurchmesser vergrößern könnten. Andere haben vermuthet, daß die Hornhaut sich nach Umständen abflachen oder wölben könne, noch Andre hielten für wahrscheinlich, daß die Krystallinse fähig sei, ihre Gestalt oder ihren Abstand von der Netzhaut zu verändern. Genaue Prüfung dieser Hypothesen zeigt aber, daß sie insgesammt nur wenig für sich, und zum Theil sogar erhebliche Gründe gegen sich haben.

§. 170. Wenn man von den leuchtenden Punkten eines Objekts zu den Stellen der Netzhaut, welche diese Punkte im Bilde repräsentiren, gerade Linien zieht (ich nenne sie Richtungsstrahlen), so schneiden alle diese Linien im Auge einen Punkt, der nah am Centrum liegt. Dieser Punkt fällt mit dem oben erwähnten Drehpunkte zusammen (§. 164.). Das Experiment

lehrt, daß gerade Linien, welche man von dem Netzhautbildchen nach der Gesichtserscheinung zieht (sie können Sehstrahlen heißen), ebenfalls den Drehpunkt des Auges schneiden. Die Richtungsstrahlen des Lichtes und die Sehstrahlen fallen also zusammen, und dadurch erhalten wir das Vermögen, die Gegenstände in ihrer wahren Richtung zu sehen. Fragt man, warum die Netzhaut ihre Empfindungen stets durch den Drehpunkt des Auges in die Außenwelt trage, so ist dies in Bezug auf den Zweck aus dem Vorigen deutlich, in Bezug auf die organische Vermittelung dagegen nicht nachweisbar. Nur so viel scheint ausgemacht, daß das Vermögen, die Richtung der Objekte wahrzunehmen, ein ursprüngliches ist. Das falsche Greifen kleiner Kinder ist natürlich nur Folge des Ungeschickes, nicht des falschen Sehens, und bei Thieren, welche gleich nach der Geburt ihre Bewegungsorgane willkührlich benutzen können, wie die jungen Hühnchen, zeigt es sich, daß das Vermögen, die Richtung der Gegenstände wahrzunehmen, ein angebornes ist.

§. 171. Das Auge vermittelt Größenvorstellungen, indem es sich in der Ausdehnung des Netzhautbildes selbst empfindet. Das Netzhautbildchen a′ b′ wird stets in derselben Größe empfunden werden müssen, mag es nun den kleinen Gegenstand ab, oder den großen AB darstellen, welche beide in demselben Gesichtswinkel liegen. Die Empfindung an sich ist also rein subjektiv, sie



belehrt uns nur über die Größe der beleuchteten Netzhautstelle, nicht über die Größe des Objekts, und wenn wir das AB, als das Größere, von dem ab, als dem Kleineren, zu unterscheiden im Stande sind, so geschieht dies durch einen viel zusammengesetztern Proceß, als die reine Empfindung, und setzt Erfahrungen voraus.

Die Netzhautbilochen sind stets kleiner, als die Gegenstände, denen sie ihr Dasein verdanken, sie sind also auch kleiner, als die Stellen der Haut, welche beim Tasten durch den Gegenstand ge-

deckt werden. Wenn wir nun den zollgroßen Würfel, den wir in der Hand halten, auch mit dem Auge als zollgroß schätzen, so mag die Uebereinstimmung der Urtheile, bei so verschiedener Größe der empfindenden Flächen, hauptsächlich auf dem Einfluß der Erfahrung beruhen. Andererseits darf man annehmen, daß das Auge eben sowohl als die Haut die Größe der Gegenstände nach der Menge der Punkte abschätzt, welche innerhalb der Netzhaut einer gesonderten Empfindung fähig sind. Wie nun die Fingerspitze eines Zolles Distanz größer empfindet, als die Hand (§. 151.), so muß die Netzhaut wieder größer empfinden, als die Haut der Fingerspitze, weil die selbstständig empfindenden Punkte in ihr unendlich näher an einander liegen (§. 160.).

§. 172. Das Wahrnehmen der Entfernung kann ebenfalls nur durch Erziehung des Gesichtssinnes ermöglicht werden. Die Umstände, welche unser Urtheil über Entfernung leiten, sind folgende: 1. Der Winkel, welchen beide Augenachsen mit einander machen, daher man bei Benutzung eines einzelnen Auges über Entfernung weniger richtig urtheilt, als bei Benutzung beider. 2. Die scheinbare Größe des Objekts, wenn seine wirkliche bekannt ist. 3. Die Lebhaftigkeit oder Mattigkeit der Farben. 4. Die Deutlichkeit der kleinsten Theile. 5. Der Vergleich mit der Größe einer bekannten Umgebung.

§. 173. Unter allen Sinnen bietet das Auge am meisten Gelegenheit, die subjektive Sphäre der Sinnesverrichtungen zu untersuchen. Als Produkt des Auges betrachtet man jetzt auch die Finsterniß, welche man früher aus dem Mangel von Lichtempfindung herleitete. Wäre Letzteres richtig, so müßte das helle Gesichtsfeld durch tiefe Nacht begrenzt sein, es müßte die gesammte Gesichtssphäre eine Kugel darstellen, deren vordere Hälfte erleuchtet und deren hintere beschattet wäre. Allein nach hinten im Auge liegt nicht Nacht, sondern Bewußtlosigkeit, und das Schattenfeld liegt nicht minder vor den Augen, als das Lichtfeld, und geht selbst wieder in Bewußtlosigkeit über. Das beschattete Auge ist nicht deshalb finster, weil ihm die Lichtempfindung fehlt, sondern deshalb, weil es in der Schattenempfindung thätig ist. Den unumstößlichen Beweis liefert die Halbsichtigkeit. Wenn nämlich ein Theil der Netzhaut abstirbt, so entsteht nicht etwa ein dunkler Fleck im Gesichtsfelde, sondern es entsteht Bewußt-

losigkeit, das Gesichtsfeld wird kleiner, aber nicht blos das erleuchtete, sondern ebenso das beschattete.

§. 174. Man pflegte früher Getast und Gesicht als objektive Sinne vor den übrigen auszuzeichnen, wozu kein Grund vorhanden ist. Alle Gesichtsempfindungen geben direkt nur über den Zustand des Auges, nicht über die Beschaffenheit des Objekts Aufschluß.

Zuvörderst hängt die Empfindung von Licht und Finsterniß von der Reizbarkeit des Auges ab, welche, den Gesetzen der Reizbarkeit entsprechend, durch Ruhe gesteigert, durch Anstrengung abgestumpft wird. Einem von Licht geblendeten Auge erscheint eine weiße Fläche matter, eine graue dunkler als gewöhnlich. Hält man eine schwarze Scheibe vor eine graue Fläche, sieht sie längere Zeit an und entfernt sie dann, so sieht man die Gestalt der Scheibe auf der grauen Fläche, aber um vieles heller, als den Grund.

Wenn man einen scharf beleuchteten Körper längere Zeit ansieht, und dann die Augen auf eine weiße Fläche richtet, so zeigt sich die Gestalt des vorher betrachteten Objekts in einer andern Farbe. Diese andere Farbe hängt allemal von der ursprünglich betrachteten ab, und heißt Ergänzungsfarbe. Es ergänzt sich gelb durch violett, orange durch blau, roth durch grün und umgekehrt. Die gewöhnliche Erklärung ist die, daß durch Anschauen einer Farbe dem Auge die Reizbarkeit für diese entzogen werde, und daß beim nachmaligen Ansehen einer weißen Fläche nur noch der Rest der übrig gebliebenen Farben wahrgenommen werden könne; daß aber nicht der ganze Rest, sondern gerade die Ergänzungsfarbe wahrgenommen werde, liege in einer eigenthümlichen Thätigkeit des Auges, welches diese Farbe fordere. Wenn man eine rothe Scheibe auf blauem Grunde längere Zeit betrachtet und dann die Scheibe entfernt, so wird man zwar die Gestalt der Scheibe bemerken, aber sie erscheint nicht in der Ergänzungsfarbe, unstreitig, weil der blaue Grund nicht grünes, sondern nur blaues Licht hergiebt. Hiernach scheint die Ergänzungsfarbe nicht allein von der innern Thätigkeit des Auges abzuhängen. Eine Menge Erfahrungen zeigen, daß die Ergänzungsfarben sich nicht blos successiv, sondern auch gleichzeitig fordern,

daher ein buntes Band auf weißem Hintergrunde an seinen Rändern die Ergänzungsfarben zeigt.

Es giebt auch Menschen, die bleibend andere Farben sehen, als vorliegen. So kannte Goethe zwei Personen, welche durchaus nicht blau, rosenroth und violett, und eben so wenig grün, dunkelorange und rothbraun zu unterscheiden vermochten. Aehnliche Fälle kommen nicht selten vor.

Zu den auffallendsten aller subjektiven Gesichtserscheinungen gehören die, welche durch Druck auf das Auge hervorgerufen werden. Fast jeder Mensch sieht, wenn er das geschlossene Auge auf einer Seite drückt, eine leuchtende Scheibe auf der entgegengesetzten Seite. Seltner gelingt es, durch plötzliche Verdrehung der Augen ein Paar glänzende Sonnen zur Erscheinung zu bringen, von welchen man annimmt, daß sie den Eintrittsstellen des Sehnerven in das Auge entsprechen und dadurch entstehen, daß der gedehnte Sehnerv zur Lichtempfindung gereizt wird. Einigen wenigen Menschen gelingt es auch, durch gewisse Manipulationen die Erscheinung eines leuchtenden Netzes hervorzurufen, welches der Gestalt nach ganz den Blutgefäßnetzen gleicht, und, nach der Ansicht mehrerer Physiologen, für das zur Erscheinung kommende Haargefäßnetz der Netzhaut zu nehmen ist.

Siebenter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Gehörorgans.

(S. Tab. III.)

§. 175. Das äußere, knorpelige Ohr (Fig. 15.), dessen Gestalt bekannt ist, bildet nur den Eingang zu den Theilen, welche das Gehör vermitteln. Das Loch, welches im Hintergrunde der Ohrmuschel bemerkt wird, ist der Anfang eines Kanals, welcher sich bis an die Gehöröffnung des Schlafknochens fortsetzt. Von hier aus wird der Gehörgang, wie dieser Kanal genannt wird, knöchern, und zuletzt erweitert er sich zu einer ansehnlichen Höhle, der Trommel- oder Paukenhöhle. Diese liegt, wie das ganze innere Ohr, in einem pyramidenför-

migen Fortsatz des Schlafbeins, welcher, nach innen gerichtet, den Boden der Schädelhöhle bilden hilft und Felsenbein genannt wird. Die Trommelhöhle würde mit dem Gehörgange in unmittelbarer Verbindung stehen, wenn nicht letzterer an seinem Ende durch ein elliptisches, zartes, aber straff ausgespanntes Häutchen, das Trommelfell (Fig. 15. 5.), verschlossen würde. Eine wirklich offne Verbindung dagegen besteht zwischen Trommelhöhle und Mundhöhle. Im Hintergrunde der erstern beginnt nämlich ein knöcherner Kanal, welcher in einen, allmälig sich erweiternden, im Anfang knorpeligen, zuletzt häutigen Gang übergeht. Dieser öffnet sich im Hintergrunde der Mundhöhle, und wird Eustachische Röhre genannt. Im Innern der Trommelhöhle finden sich drei durch Gelenke verbundene Knöchelchen: der Ambos (Fig. 18.), Hammer (Fig. 19.) und Steigbügel (Fig. 20.), deren Verbindung und Lage aus der Abbildung (Fig. 15.) ersichtlich ist. Ambos und Hammer liegen unmittelbar hinter dem Trommelfelle. Sie sind nach oben hin an die Decke der Trommelhöhle eingelenkt, und ragen mit vorspringenden, dünnen Knochenfortsätzen nach unten. Der lange, dünne, etwas gekrümmte Fortsatz des Hammers (Dornenfortsatz genannt) reicht nach unten bis zur Mitte des Trommelfells, und befestigt sich an diesem mit seiner äußersten Spitze. Vom Ambos verläuft ein Fortsatz, parallel mit dem Dornenfortsatze des Hammers, nach unten und trägt an seinem Ende den Steigbügel. Ambos und Hammer liegen senkrecht, wie das Trommelfell, der Steigbügel dagegen liegt wagerecht. Sein Köpfchen, welches am Fortsatz des Amboses sich einlenkt, ist nach außen gerichtet, sein Fußtritt, welcher das, sogleich zu erwähnende, eirunde Loch verschließt, nach innen.

§. 176. Im Hintergrunde der Paukenhöhle liegen nämlich zwei Löcher, auch Fenster genannt, das eirunde, mehr nach oben, das runde, mehr nach unten. Diese Löcher sind Zugänge zu verschiedenen Höhlen, die unter dem Namen des Labyrinthes zusammengefaßt werden. Das Labyrinth liegt, von der Paukenhöhle aus, nach innen, und besteht aus dem Vorhof, den drei halbzirkelförmigen Kanälen und der Schnecke.

Der Vorhof (Fig. 16. 4. 4.) bildet eine elliptische Höhle, ungefähr von der Größe einer Zuckererbse, welche durch Oeffnun-

gen mit allen übrigen Höhlen des Labyrinthes und durch das eirunde Loch mit der Paukenhöhle in Verbindung steht. Die drei halbzirkelförmigen Kanäle (Fig. 16. 1. 2. 3.) sind offne Gänge, welche vom Vorhof ausgehen und sich in ihn zurückkrümmen. Der eine liegt senkrecht über ihm (Fig. 15. 1.), der zweite senkrecht hinter ihm (Fig. 15. 2.), der dritte horizontal (Fig. 15. 3.), mit dem Bogen nach außen gewendet. Der obere und hintere Bogengang entspringen mit einer gemeinschaftlichen Oeffnung im Vorhof, so daß sich in diesem nur fünf Mündungen für die Kanäle finden. Die Stärke der Bogengänge gleicht der einer Stecknadel von mittlerer Größe, indeß findet sich in jedem eine blasenförmig erweiterte Stelle (ampulla), ungefähr von der Größe eines mäßigen Stecknadelkopfes. Bei dem obern und bei dem horizontalen oder äußern Bogengange findet sich diese Anschwellung an den nach vorn liegenden Ursprungsmündungen, im hintern Bogengange dagegen liegt dieselbe an der untern Einmündung in den Vorhof. Die Schnecke (Fig. 15. 4. Fig. 16. 6.) besteht aus einem hohlen, sich sehr verengernden Gange, welcher sich in $2\frac{1}{2}$ Windungen um ein hohles Knochenstückchen, die Spindel, windet. Sie liegt vor und unter dem Vorhof, ihre Basis ist der hintern, ihre Spitze der vordern Seite des Felsenbeins zugewendet. Ihre erste und weiteste Windung beginnt nach oben mit einer Oeffnung im Vorhof, und verbindet sich nach außen durch das runde Fenster mit der Trommelhöhle. Eine dünne Knochenlamelle, welche von der Spindel entspringt, windet sich spiralförmig um diese, und theilt den hohlen Schneckenkanal in zwei Gänge oder Treppen. Sie wird Spiralplatte genannt.

§. 177. Die knöchernen Höhlen, die wir im Vorhergehenden geschildert haben, enthalten verschiedene Weichtheile. Die Trommelhöhle ist mit einer Haut ausgekleidet, welche als Fortsetzung der Schleimhaut der Mundhöhle betrachtet werden kann. Diese dringt durch einen halb knorpeligen halb knöchernen Kanal, die Eustachische Trompete, in das Innere des Ohres. Die Schleimhaut überzieht nicht blos die Wandungen der Trommelhöhle, sondern auch das Trommelfell, die Gehörknöchelchen, und die Oeffnungen des Vorhofs und der Schnecke, welche dadurch auf ähnliche Weise geschlossen werden,

wie die Oeffnung der Paukenhöhle durch das Trommelfell. Ferner enthält die Paukenhöhle zwei Muskeln, die beide im Hintergrunde der Höhle entspringen. Der eine geht zum langen Fortsatz des Hammers, und spannt, indem er diesen nach innen zieht, das Trommelfell, wovon er Trommelfellspanner genannt wird. Der zweite befestigt sich an dem Steigbügel, zieht diesen nach innen und drückt ihn gegen die Membran, welche das eirunde Fenster verschließt. Die Höhlen des Labyrinthes sind mit Wasser erfüllt. In dem Wasser des Vorhofs und der halbzirkelförmigen Kanäle schwimmt das sogenannte häutige Labyrinth (Fig. 16. 5.), d. h. ein mit Wasser gefülltes Säckchen, welches die Form der knöchernen Theile, in denen es liegt, einigermaßen wiederholt, aber kleiner ist, so daß zwischen dem häutigen Labyrinth und dem knöchernen ein freier Raum für eine dünne Wasserschicht übrig bleibt.

§. 178. Durch eine Grube des Felsenbeins, welche in der Tiefe siebartig durchlöchert ist, tritt der Gehörnerv aus der Schädelhöhle in das Labyrinth (Fig. 16. 10.). Er bildet zwei Partieen, deren eine in die Spindel der Schnecke eindringt (Fig. 16. 12.), und mit vereinzelten Fasern dieselbe durchbohrt, um in den Schneckenkanal einzudringen und auf der Spiralplatte als Nervenhäutchen sich auszubreiten. Die zweite Partie des Nerven (Fig. 16. 11.) dringt in den Vorhof, verbreitet sich aber nicht an dessen knöchernen Wänden, sondern dringt in das häutige Labyrinth ein, um dieses innerlich auszukleiden.

§. 179. Die Bedingung des Schalls ist bekanntlich ein Schwingen des tönenden Körpers, und die Bedingung des Hörens ist Fortpflanzung dieser Schwingungen durch Schallleiter bis zu dem Nerven, welcher hört. Schallleiter kann jeder Körper sein, der gewöhnlichste aber ist die Luft. Die Erzitterungen welche in dieser entstehen, wenn irgend ein Laut hervorgebracht wird, pflanzen sich wellenförmig fort, und das äußere Ohr hat die Bestimmung, möglichst viele dieser Schallwellen zu sammeln und den empfindenden Theilen zuzuführen. Daher hören im Allgemeinen die Thiere mit großen, beweglichen Ohren am schärfsten, und die Hörröhre, deren sich Halbtaube mit Vortheil bedienen, sind im Grunde vergrößerte Ohren.

Die gesammelten Schallwellen schlagen an das Trommelfell

und bedingen eine dem Klange entsprechende Schwingung desselben. Die Schwingungen des Trommelfells verpflanzen sich wieder auf die Gehörknöchelchen, und die Erzitterung des Steigbügels bewirkt eine ähnliche der kleinen Membran, welche das eirunde Fenster verschließt. Durch diese wird endlich das Wasser des Vorhofs und der Schnecke in Erzitterung gesetzt, in welchem die mit Nerven versehenen Weichtheile liegen.

§. 180. Der Spannmuskel des Trommelfells und der Muskel des Steigbügels versetzen, wenn sie in Thätigkeit kommen, den Apparat der Schallleiter in eine Spannung, welche der Fortpflanzung der Schwingungen günstig ist. Sie sind es, welche das schärfere Hören bei Aufmerksamkeit zu vermitteln scheinen.

§. 181. Die Paukenhöhle steht mit der Mundhöhle durch den Kanal der Eustachischen Trompete in Verbindung, durch welche Einrichtung Luftwechsel im Innern des Ohres möglich wird. Da Luftarten von verschiedener Dichtigkeit sich ins Gleichgewicht zu setzen suchen, so würde das Trommelfell ohne diese Vorkehrung bei Temperaturwechsel einem nachtheiligen Drucke ausgesetzt worden sein. Es würde nämlich die dichtere Luft in die dünnere einzudringen suchen, und das nachgiebige Trommelfell würde dem Drucke weichen oder gar zerreißen. Früher glaubte man, die Eustachische Trompete diene zum Wahrnehmen der eignen Stimme, welche allerdings ohne Mitwirkung des äußern Ohres vernommen werden kann. Indeß wird eine Uhr, welche man in den Mund nimmt, nur dann deutlich gehört, wenn sie die Zähne oder den Gaumen berührt, daher die Fortpflanzung des Schalles hier durch die Knochen vor sich geht.

§. 182. Die Knochen sind nämlich der zweite Weg, auf welchem Schallschwingungen zum Hörnerven gelangen können, während die Luft der erste Weg war. Schallschwingungen, welche durch die Knochen geleitet werden, hört man nicht nur eben so gut, sondern besser, wenn man den Luftweg abschneidet, d. h. die Ohren schließt. Giebt man einen Ton an und verstopft ein Ohr, so hört man sich nur auf dem verstopften Ohre. Da es nun zwei Wege giebt, auf welchen die Schallstrahlen zum Hörnerven gelangen, so kann auch Verschließung des einen Weges, bei Offenbleiben des andern, nur theilweise Taubheit hervorbringen. E. H. Weber machte die höchst interessante Bemerkung,

daß unter den Taubstummen Personen vorkommen, welche hören, wenn die Knochen als Schallleiter dienen. Er ließ solchen Tauben Maultrommeln reichen und verschaffte ihnen dadurch eine musikalische Unterhaltung.

Höchst wahrscheinlich ist das Organ, welches die durch die Knochen fortgepflanzten Schwingungen empfindet, die Schnecke. Man weiß, daß der Schall um so leichter fortgepflanzt wird, je mehr die Schwingungen von Körpern gleicher Dichtigkeit geleitet werden. Nun liegt die Schnecke im Knochen selbst und ihre Nerven sind mit den Knochenwandungen in unmittelbarer Verbindung. Anders verhält es sich mit dem Vorhof und den halbzirkelförmigen Kanälen. Hier verbreiten sich die Nerven an häutigen Säckchen, und diese sind wieder von Wasser umgeben, so daß die Erzitterungen der Knochen durch die verschiedenartigsten Stoffe dringen müssen, bevor sie zu den Nerven gelangen.

§. 183. Alles Hörbare hat für uns eine dreifache Beziehung: 1. die der Quantität oder Stärke des Lautes, 2. die der Qualität, aus welcher das Angenehme und Unangenehme hervorgeht, und 3. die Beziehung der Relation, oder Höhe und Tiefe der Töne.

Die Stärke des Lautes steht in geradem Verhältniß zur Stärke der Schallschwingungen, und zu dem Grade der Reizbarkeit. Letztere pflegt im höhern Alter beträchtlich abzunehmen und fehlt bei Tauben häufig ganz, ohne daß in dem Organismus des Ohres der Grund sich nachweisen ließe. Die Qualität des Tönen den hängt zwar einerseits ebenfalls vom Objekt, nämlich von gewissen Eigenthümlichkeiten der Schwingungsverhältnisse ab, andrerseits aber wird sie auch durch den Bau des Ohres bestimmt. Daß derselbe Ton nicht einem Menschen wie dem andern klingt, beweisen die verschiedenen Urtheile über das Angenehme und das Unangenehme gewisser Töne. So giebt es Personen, denen der Ton, welcher beim Schneiden von Kork entsteht, das Nervensystem auf das gewaltsamste erschüttert, während im Uebrigen ihr Gehör ganz regelmäßig beschaffen ist. Andererseits herrscht indeß unter den Menschen darin eine große Gleichförmigkeit, daß das Zusammenklingen der sogenannten konsonirenden Töne uns angenehm, der dissonirenden dagegen peinlich ist.

§. 184. Die Meinung, daß die Schnecke zur Wahrneh-

mung der hohen und tiefen Töne diene, ist vor der Hand unerweisbar. Wir kennen das Organ, durch welches Höhe und Tiefe der Töne empfunden wird, nicht, wissen aber, daß der Sinn in diesem Bezuge eines hohen Grades von Ausbildung fähig ist. Die höchsten Töne, wie sie durch den Flug der kleinen Insekten hervorgebracht werden, können einzelne Menschen nicht vernehmen, wie es scheint weniger wegen Schwerhörigkeit, als weil ihr Hörnerv für so ungeheuer schnelle Schwingungen der Fassungskraft entbehrt. Zu den tiefsten Tönen, welche der Mensch wahrzunehmen vermag, scheinen wenigstens 30 Schwingungen in der Sekunde zu gehören, während 1200 Schwingungen, in derselben Zeit, die höchsten vernehmbaren Töne bilden sollen.

§. 185. Die Richtung des Schalles vernehmen wir wohl in den meisten Fällen durch Vergleichung der Stärke der Empfindung in einem Ohre mit der in dem andern. Wäre aber dieser Vergleich das einzige Hülfsmittel zur Unterscheidung der Richtung, so würde man sich über das Vorn und Hinten wahrscheinlich häufiger täuschen müssen. Einige haben angenommen, daß die halbzirkelförmigen Kanäle jene Unterscheidung vermittelten, ohne jedoch diese Annahme genügend zu begründen.

Achter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Geschmackorgans.

§. 186. Die Zunge (Fig. 14. Zu.) besteht hauptsächlich aus Muskeln. Sie liegt innerhalb eines häutigen Sackes, welcher durch Vorstülpung der Schleimhaut des Rachens gebildet wird. Mit der innern Seite dieses Sackes ist die Zunge verwachsen, wodurch sie in der Mundhöhle befestigt wird. An ihrem hintern und untern Ende, also der Zungenspitze gegenüber, ist sie an das Zungenbein (Fig. 14. Z.) angewachsen, welche Einrichtung ebenfalls Befestigung der Zunge zum Zweck hat. Das Zungenbein (Tab. VII. Fig. 33. 1.) ist ein hufeisenförmiger Körper, welcher durch Muskeln und Bänder

unter der Basis des Schädels aufgehangen ist. Seine natürliche Lage ist eine horizontale, so daß die konvexe Seite des Knochens nach vorn, die konkave dagegen nach hinten gerichtet ist. Das Fleisch der Zunge unterscheidet sich von anderm Muskelfleische durch regellose Lage der Fasern, welche nicht parallel neben einander liegen, sondern in allen Richtungen sich kreuzen. In Folge dieses Baues kann die Zunge sich nicht blos in einer Richtung, wie die übrigen Muskeln, sondern in den verschiedenartigsten Richtungen bewegen. Außer dem eigenthümlichen Muskel der Zunge, von welchem hier die Rede ist, finden sich noch andre Muskeln, welche die Zunge mittelbar bewegen, indem sie die Lage des Zungenbeins verändern. Ein Theil derselben erstreckt sich vom Unterkiefer zum Zungenbein, und hat das Vermögen, dieses zu heben oder nach vorn zu ziehen. Diese Muskeln sind besonders beim Ausstrecken der Zunge thätig. Ein andrer Theil erstreckt sich vom Brustbeine zum Zungenbeine, und zieht dieses nach unten, so wie die Zunge nach hinten. Noch andre Muskeln entspringen vom Hinterhaupte, befestigen sich am Zungenbeine, und heben die Zunge gegen den Gaumen.

Auf dem Rücken der Zunge bildet die Schleimhaut Wärzchen, welche reich an Gefäßen und Nerven sind, und welche als die wesentlichen Organe der Empfindung gelten.

§. 187. In der Zunge verzweigen sich ansehnliche Blutgefäße und drei verschiedene Nerven. Der erste Nerv ist ein Ast des fünften Nervenpaares (§. 111.). Er tritt in die Spitze der Zunge. Der zweite ist der Stamm des Zungenfleischnerven selbst (§. 118.). Er dringt von unten her in den mittleren Theil der Zunge ein. Der dritte ist ein Ast des Zungenschlundnerven (§. 115.). Er tritt am weitesten nach hinten in die Zunge.

§. 188. Die Zunge schmeckt, wenn schmeckbare Substanzen auf ihr aufgelöst werden. Nicht alles Tropfbar-Flüssige hat Geschmack, wie das reine Wasser beweist, und keine Substanz schmeckt, so lange sie fest ist. Wenn Metalle, Holz und dergleichen unter gewissen Umständen schmecken, so sind dies eben solche, wo man Auflösung annehmen darf. Vielleicht macht indeß der Galvanismus eine Ausnahme, bei dessen Einwirkung ein eigenthümlicher, kaum zu beschreibender Geschmack eintritt.

§. 189. Die Zunge schmeckt auf ihrer ganzen Oberfläche, aber am stärksten an der Spitze. Ob außer der Zunge auch andre Theile des Mundes schmecken, ist immer sehr zweifelhaft. Zwar führt Blumenbach einen Menschen an, der ohne Zunge geboren war und doch schmeckte, allein bei der großen Unwahrscheinlichkeit, daß Theile, denen die Zungennerven fehlen, schmecken sollten, muß man billig fragen, ob das, was jener Zungenlose für Geschmack ausgab, auf einem Schmecken beruhte. Ein Mißverständniß in diesem Bezuge war leicht möglich, da die Empfindungen des Geruchs denen des Geschmacks sehr ähnlich sind, und da Behagen an Speisen und Widerwillen gegen sie zum Theil davon abhängt, wie die Speisen uns bekommen. Ueberdies war in jener Person unstreitig wenigstens die Wurzel der Zunge vorhanden, welche den Geschmacksnerven enthalten konnte.

Der Geschmackssinn bildet sich außerordentlich zeitig aus, und wenn Säuglinge die Mutterbrust verschmähen, so scheint dies auf dem Geschmacke der Milch zu beruhen. Andererseits bleibt der Geschmack sehr lange unabgestumpft, länger als andere Sinne, vielleicht selbst länger als das Getast.

§. 190. Die Liebhabereien des Geschmackes sind zum Theil an die Konstitution gebunden. Kinder und Frauen lieben mildern und süßern Geschmack, Männer ziehen das Kräftige und Scharfe vor, und Greise sollen, nach Rudolphi's Erfahrungen, oft auf den Geschmack der Kindheit zurückkommen. Auch der Umstand, daß der Geschmack sich im Kindesalter so geltend macht, beweist den Einfluß der Körperbeschaffenheit. Oft beruht dieser Einfluß auf vorübergehenden Verhältnissen. So lieben fast alle schwangere Frauen salzige Speisen, wie Hering, und einzelne haben die sonderbarsten Gelüste selbst nach widerwärtigen Dingen. Ich kenne einen Mann, der sich nach überstandener Grippe auf eine seltsame Weise über den Geschmack des Weines täuschte. Er hielt ihn für bitter, und war seiner Sache so gewiß, daß er den gekauften Wein zurückzugeben beabsichtigte.

§. 191. Der Geschmackssinn ist nicht geeignet, uns Aufschluß über die Genießbarkeit der Substanzen zu geben, doch eignet sich im Allgemeinen kein Stoff als Nahrungsmittel, den die Zunge entschieden verschmäht. Auf sehr widrigen Geschmack folgt Ekel und selbst Erbrechen, wobei die Verdauung nicht regel=

mäßig fortgeht. Daß demungeachtet übelschmeckende Substanzen unter Umständen heilsam auf den Organismus einwirken können, beweist die Fieberrinde und manches andere Arzneimittel.

§. 192. Lange Zeit war man im Unklaren, welche Funktionen den einzelnen Nerven der Zunge zukommen, doch scheinen Panizza's neueste Versuche die Zweifel gelöst zu haben. Durchschneidung des Zungenastes des fünften Paares, bei Hunden, verursachte jedesmal Fühllosigkeit der Zunge, während ihr Vermögen, zu schmecken und sich zu bewegen, fortbestand. Durchschneidung des Zungenfleischnerven dagegen hatte immer Bewegungslosigkeit der Zunge zur Folge, während Gefühl und Geschmack in Thätigkeit blieben. Demnach konnte nur der Zungenast des Zungenschlundnerven den Geschmack vermitteln, und wirklich ergab der Versuch, daß mit Durchschneidung dieses Nerven der Geschmack aufhörte.

§. 193. Nicht uninteressant ist, daß von allen einfachen Stoffen, die wir kennen, kein einziger Geschmack hat. Bei der beträchtlichen Zahl der bekannten Elemente, kann dies kaum zufällig sein. Entsteht nun in den zusammengesetzten Stoffen der Geschmack als neue Eigenschaft dieser, so etwa wie die Qualität des Tropfbar-Flüssigen erst aus der Vereinigung mehrerer Elemente hervorgeht? oder schmecken die einfachen Stoffe deshalb nicht, weil sie unzersetzbar sind, und weil der Proceß der Zersetzung gerade den specifischen Reiz für die Zunge hergiebt? Diese Fragen sind zur Zeit unlösbar.

Neunter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen des Geruchorgans.

(S. Tab. III. Fig. 17. Tab. II. Fig. 13.)

§. 194. Nicht die äußere Nase, sondern die hinter ihr liegende Nasenhöhle ist das Organ des Geruchs. Jene besteht aus Knorpeln und ist äußerlich von der Haut des Gesichts bedeckt, diese hat knöcherne Wände und ist innerlich mit einer Schleimhaut ausgekleidet. Die Nasenhöhle liegt unter der Schä-

delhöhle, zwischen den Augenhöhlen (Fig. 13.) und über der Mundhöhle (Fig. 14 und 17.), von welcher sie durch den harten Gaumen getrennt wird. Hinter dem Gaumen verschmelzen beide Höhlen zur Rachenhöhle.

§. 195. Durch eine senkrechte Scheidewand (Fig. 14. 17. Fig. 13. 2.), welche unten knorpelig, oben knöchern ist, wird die Nasenhöhle in zwei nicht zusammenhängende Hälften geschieden. An der äußern Wand jeder solchen Höhle liegen übereinander die drei Nasenmuscheln (Fig. 17.), von welchen die untere schon beschrieben worden ist (§. 34.). Die obere und die mittlere Muschel gehören dem Siebbein an. An diesem Knochen, welcher den obersten Theil der Nase bildet, unterscheidet man folgende Theile: a) die Siebplatte, ein platter, horizontal liegender Knochen, welcher die Schädelhöhle von der Nasenhöhle abgrenzt (Fig. 14. S.), und siebartig von vielen feinen Löchern durchbohrt ist. Durch diese Löcher gelangen Aeste des Riechnerven aus der Schädelhöhle in das Geruchsorgan. b) Die senkrechte Platte, eine zarte Knochenlamelle, welche von dem erstgenannten Knochenstück senkrecht nach unten steigt, und den obersten Theil der vorerwähnten Scheidewand der Nase abgiebt. c) Die Seitentheile oder das Labyrinth (Fig. 13. 3. 3.). Jeder Seitentheil bildet nach außen hin die innere Wand einer Augenhöhle, mehr nach innen eine Menge unter einander zusammenhängender Zellen und zu innerst die obere und mittlere Nasenmuschel (Fig. 17. 1. 2.). Diese Nasenmuscheln bestehen aus sehr dünnen Knochenlamellen, welche in sich selbst zusammengerollt sind. Die konvexe Seite derselben ist der senkrechten Scheidewand der Nase zugekehrt, die konkave Seite ist nach außen gewendet.

§. 196. Die Nasenmuscheln und die Siebbeinzellen vervielfältigen durch ihre Vorsprünge die Wandungen der Nasenhöhle, und vergrößern also die Schleimhaut, welche alle diese Wandungen tapetenartig bekleidet. Insofern nun die Schleimhaut der Sitz der Empfindung ist, darf angenommen werden, daß die Muscheln und Zellen zur Verstärkung des Geruchs dienen. Die Art und Weise wie die Riechnerven sich auf der senkrechten Scheidewand der Nase und auf den Muscheln verbreiten ergiebt sich aus unsern Abbildungen. Bemerkenswerth ist, daß

die untere Nasenmuschel, welche bei den scharfriechenden Thieren vorzugsweise entwickelt ist, keine sichtbaren Aeste vom Riechnerven erhält. Außer dem ersten Nervenpaare oder dem Riechnerven (Fig. 17. 4. 5.) versorgt auch das fünfte die Nase mit Zweigen, wie ebenfalls abgebildet worden (Fig. 17. 7.). Uebrigens ist die Haut, welche die Nasenhöhle auskleidet, reich an Blutgefäßen und schleimabsondernden Drüsen.

§. 197. In den meisten Fällen ist es nachweisbar, daß die Empfindung des Geruchs von flüchtigen Theilchen abhängt, welche, von der Luft getragen, zu unsrer Nase kommen. Es riechen die Körper unter Umständen, welche Verflüchtigung begünstigen, besonders unter dem Einfluß von Wärme, Nässe oder andern chemischen Kräften. Auch kann man durch Verflüchtigung solcher Körper, welche leicht mit andern Verbindungen eingehen, Gerüche zerstören, wahrscheinlich nur deßhalb, weil die verflüchtigte Substanz in der Luft etwas findet, womit sie sich zu einem neuen, geruchlosen Körper verbindet. Endlich gehört hierher noch die Erfahrung, daß wir nur unter dem Winde riechen, und daß der Regen Gerüche niederschlägt. Andererseits giebt es Erscheinungen genug, welche die Emanationstheorie verdächtigen. Ein Stückchen Moschus kann ein Zimmer geraume Zeit mit dem stärksten Geruch erfüllen, ohne merklich an Umfang abzunehmen. Geriebene Metalle riechen, wobei Verflüchtigung kaum anzunehmen sein dürfte, und wenn ein Hund, selbst nach mehrern Tagen, der Fährte seines Herrn folgt, so ist kaum glaublich, daß hier verflüchtigte Theilchen des Fußes den Grund des Geruchs abgeben.

§. 198. Das Riechen scheint, wie das Schmecken, auf chemischen Vorgängen zu beruhen. Die innere Nase aller Thiere ist feucht, wahrscheinlich um Auflösung möglich zu machen, und wenn die riechenden Häute krankhaft trocken sind, hört der Geruch auf. Indeß ist die Auflösung der riechenden Substanz in den Flüssigkeiten der Nase nicht die einzige Bedingung des Riechens, vielmehr muß die riechende Substanz schon eine vorbereitende Auflösung in der Luft erhalten haben. Heftig riechende tropfbare Flüssigkeiten werden durch den Geruch nicht wahrgenommen, wenn man sie in die Nase einspritzt, und Schnupftabak auf der Riechhaut erregt nur ein beißendes Gefühl, wenn man den Athem anhält. Es ist nämlich nicht nur Luft, sondern auch bewegte Luft

zum Riechen nöthig. Diese sonderbare Erscheinung läßt sich nicht dadurch erklären, daß nur durch das Einathmen der Luft die riechenden Stoffe bewegt und bis zu den empfindenden Theilen getragen werden könnten. Die Alles durchdringende Flüchtigkeit so vieler Gerüche verbietet diese Annahme. Auch riecht man beim Einathmen ohne Vergleich schärfer, als beim Ausathmen. Hiernach scheint also das Athmen selbst die Schärfe des Geruchs zu steigern, was freilich sehr räthselhaft wäre, da ein solcher Einfluß des Athmens auf die andern Sinne nicht stattfindet.

§. 199. Die wilden Völker zeigen theilweise eine außerordentliche Schärfe des Geruchs, wenn auch Vaillant's Angaben wenig Glauben verdienen, nach welchen Hottentotten die Nähe von Quellwasser gewittert hätten. Jedenfalls sind die Thiere uns an Schärfe des Geruchs überlegen, am meisten vielleicht die Insekten, bei welchen wir die Geruchsorgane gar nicht kennen. Auch spielt der Geruch in dem Leben der Thiere eine weit größere Rolle, er hilft die Nahrung, oft meilenweit, aufsuchen, lehrt das Schädliche vom Unschädlichen unterscheiden, und erweckt und leitet den Geschlechtstrieb. Der Mensch entbehrt dieser Vortheile, wahrscheinlich weil sie sich mit der freien Entwickelung seines Geistes nicht vereinigen ließen. Indeß zeigt sich eine eigenthümliche Beziehung des Geruchs auf das animalische Leben selbst beim Menschen dadurch, daß Gerüche Ohnmachten erregen und Ohnmächtige erwecken können.

§. 200. Der Vermittler des Geruchs ist der Geruchsnerv, denn man kennt Fälle, wo krankhafte Zerstörung dieses Nerven den Geruch aufgehoben hatte. Ob auch die Aeste des fünften Nervenpaares Antheil am Riechen haben, ist unentschieden, doch darf es bezweifelt werden. Wie jedes andere Sinnesorgan seine specifischen Empfindungsnerven hat, so gilt dies wahrscheinlich auch vom Geruchorgan. Die Schleimhäute der Nase haben Tastempfindung, und da nach guten Beobachtern die specifischen Sinnesnerven unempfindlich für Schmerz sind, so darf man annehmen, daß die Aeste des fünften Paares den Tastempfindungen vorstehen. Wenn an den untern Nasenmuscheln, welche beim Riechen am meisten betheiligt scheinen, die Fortsetzung des Riechnerven zu fehlen scheint, so kann dies daran liegen, daß sich die Nervenbündel bis in die einzelnen Elementarfasern auflösen, eine

Einrichtung, welche der Feinheit der Empfindung zu Gute kommen würde. Allerdings hat Magendie gesehen, daß nach Durchschneidung des fünften Nerven der Geruch aufhörte. Allein Operationen der Art ziehen Entzündungen nach sich, und da schon ein Schnupfen den Geruch aufhebt, so wird dies eine Entzündung noch viel leichter können.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Seelenleben.

§. 201. Die Seele hat ihren Sitz in organischen Gebilden, sie steht mit diesen in unverkennbarer Wechselbeziehung, und in diesem doppelten Bezuge hat der Physiolog nicht nur die Befugniß, sondern selbst die Verpflichtung, die Natur der Seele zu prüfen. Fußend auf dem Boden der Naturwissenschaft, kann der Physiolog nur Thatsachen der Erfahrung benutzen, und auf die Gefahr hin, nur negative Resultate zu gewinnen, kommt es ihm zu, einer spekulativen Begründung seiner Ansichten zu entsagen.

§. 202. Seele nennen wir das sich selbst bewußte Princip in uns, von welchem das Empfinden, Begehren und Wollen ausgeht. Nicht blos die Thiere mit Gehirn, sondern selbst die hirnlosen zeigen unverkennbare Spuren von Empfindung und Willen und, da diese ohne Bewußtsein nicht denkbar sind, Spuren einer Seele. Die Behauptung, daß jedes Thier mit Seele begabt sei, ist daher eine unmittelbare Folgerung aus Erfahrungssätzen.

§. 203. Zweifelhafter ist die Frage, ob nur aus der Gegenwart des Bewußtseins auf die Gegenwart der Seele zu schließen, oder ob es statthaft sei, auch von einer bewußtlosen Seele zu sprechen, in welchem Falle diese selbst den Pflanzen zukommen könnte. Es giebt zahlreiche Erfahrungen, welche zu beweisen scheinen, daß die Seele auch in einem latenten Zustande und ihrer selbst unbewußt bestehen könne. Zu den bekanntesten dieser Erscheinungen gehören der Schlaf, mit theilweiser Unterdrückung des Bewußtseins, und der Scheintod, mit vollständiger Unterdrückung desselben. Minder beachtet, aber weit wichtiger scheint der Umstand, daß selbst im wachen Zustande Seelenthätigkeiten vorkommen, welche

zum Bewußtsein nicht durchdringen. Von allem empirischen Wissen, welches wir eingesammelt haben, ist immer der unendlich größere Theil von der Nacht der Bewußtlosigkeit bedeckt, aber dieses Wissen ist dennoch da, und wird gehalten durch eine Seelenkraft, durch die Kraft des Gedächtnisses. Diese Kraft muß unaufhörlich wirken, wenn nicht die Bilder, welche sie hält, im entfesselten Zustande sich verflüchtigen sollen, und doch fehlt das Bewußtsein von jener Kraft durchaus. Diese Beweise, daß es eine Seele auch ohne Bewußtsein geben könne, gehen nur für den verloren, welcher die Seele als Eigenschaft des Körpers, d. h. als Erscheinungsweise der organischen Materie betrachtet. Der strenge Materialismus, auf dessen System wir zurückkommen werden, leugnet die Gegenwart der Seele, wo diese nicht erscheint; jede andre Schule dagegen, welche der Seele irgend eine Selbstständigkeit, dem Organismus gegenüber, zugesteht, muß durch die angeführten Erfahrungen sich veranlaßt finden, die Möglichkeit latenter Seelenkräfte zuzugeben. Für die Anhänger der letztern Ansicht hat die Frage Sinn und Wichtigkeit, ob schon die Frucht im Leibe der Mutter beseelt sei. Daß in den letzten Monaten der Schwangerschaft die Früchte beseelt sind, beweisen die natürlichen und künstlichen Frühgeburten, welche durch Schreien ein Empfinden, durch Saugen an der Brust ein Begehren, durch Bewegungen Willkühr, und durch alle diese Erscheinungen zusammengenommen Bewußtsein verrathen. Aber schon um die Mitte der Schwangerschaft bewegt sich das Kind, wenn die Mutter durch eine unbequeme Lage es belästigt. Wir haben nicht den mindesten Grund, diesen Bewegungen den psychischen Ursprung abzusprechen, und will man nicht rein willkührlich annehmen, daß in einem bestimmten Momente des Fruchtlebens plötzlich die Seele über das Ungeborne ergossen werde, so kann man nicht umhin, die Seele bis zu dem Uranfange des bewußtlosen Keimlebens zurückzuführen. Aber selbst der Keim, aus welchem die Frucht erst entwickelt werden soll, ist nur zweifelhaft der Grenzpunkt, bis zu welchem die Seele verfolgt werden kann. Entweder die Gottheit schafft, durch unmittelbares Eingreifen, die Seele selbst, eine Betrachtungsweise, welche der Naturforschung fern liegt, oder die Eltern schaffen sie. Ist das Letztere der Fall, so würde es gegen alle Analogieen sein, an ein Schaffen aus dem Nichts zu denken,

denn so weit unsre Blicke reichen, erscheint Schöpfung als Metamorphose, als Umbildung eines schon Vorhandenen zu einem Neuen. Daß die Seele der Frucht ursprünglich durch Ergießung der elterlichen Seele in den Keim entstehe, dafür spricht in vernehmlicher Weise die psychische Uebereinstimmung zwischen Eltern und Kindern. Bei den Menschen wird diese Uebereinstimmung durch den Einfluß der Erziehung beschränkt, bei den Thieren dagegen ist unverkennbar, daß die psychischen Eigenschaften des Erzeugten von denen des Erzeugenden abhängen. Sehr auffallend ist dieß bei den Bastarden, welche sich auf eine höchst eigenthümliche Weise in die Instinkte und Leidenschaften der Eltern theilen, noch auffallender bei den Spielarten der Hunde, deren Trieb und Geschicklichkeit zum Jagen, zum Bewachen der Herde u. s. w. mit der unvermischten Rasse genau zusammenhängt. Aber auch unter den Menschen giebt es unzweideutige Belege für die aufgestellte Ansicht. In den Franzosen und Engländern der Kolonieen erhält sich der Nationalcharakter durch mehrere Geuerationen in ziemlicher Reinheit, und da hier weder Gleichheit des Klimas, noch Uebereinstimmung der politischen Verhältnisse die Erhaltung des Nationalcharakters erklären können, so bleibt nur die Annahme übrig, daß Temperamente, Leidenschaften und selbst geistige Anlagen durch Uebertragung von den Eltern auf die Kinder übergehen.

Es giebt also sehr erhebliche Gründe für die Annahme, daß nicht nur in den Leibesfrüchten, sondern selbst in den Zeugungsflüssigkeiten der Thiere die Seele im latenten Zustande vorhanden sei. Jedenfalls aber ist einleuchtend, daß die Grenzen zwischen der beseelten und unbeseelten Natur mit Bestimmtheit nicht nachzuweisen sind, woraus sich erklären läßt, warum die Streitigkeiten über eine Pflanzenseele zu keinem Ziele führten.

§. 204. In naher Beziehung zu dem Vorhergehenden steht die Frage: ob die Seelenerscheinungen nur als eine Seite des Lebens selbst zu betrachten sind, oder ob beide von einem verschiedenen Princip ausgehen. Es ist wichtig, zu gestehen, daß die empirische Physiologie diese Frage nicht zu lösen vermag. Wenn die Lebenskräfte eben so wenig ohne psychische Kräfte auftreten könnten, als diese nur in belebten Wesen vorkommen, so würden wir genöthigt sein, beide als ein zusammengehöriges Ganze zu betrachten. Da aber in vielen Organismen die Gegenwart

der Seele unerweislich ist, so bleiben zwei Ansichten möglich. Es können nämlich entweder die psychischen Kräfte Modifikationen der Lebenskraft selbst sein und nur da vorkommen, wo das Leben sich zu einer höhern Vollkommenheit durchbildet, oder auch, die Seele kann ein Wesen eigner Art sein, welches an die höhern Organismen nur deshalb gebunden ist, weil ihm nur diese ein geeignetes Instrument für seine Wirksamkeit zu bieten vermögen.

Bei der Unmöglichkeit, eine dieser Ansichten zu entscheiden, muß es erlaubt sein, sich nach Wahrscheinlichkeitsgründen umzusehen. Vom physiologischen Standpunkte aus scheint allerdings die Ansicht die annehmlichere, nach welcher die Seele als integrirender Theil der Lebenskraft selbst betrachtet wird. Leben und Seele entstehen und vervielfältigen sich durch Zeugung, sie sind gebunden an organische Bildung, und, sobald diese in ihre Elemente zerfällt, entziehen sich beide unsern Blicken. Wo beide gemeinschaftlich auftreten, ist ihre Verbindung unlösbar. Wie die Lebenskräfte allmälig sich ausbilden und nachmals wieder sinken, ebenso, und nicht selten in ähnlichen Progressionen, steigt und fällt der Barometer der geistigen Kraft. Zudem ist eine feste Grenze zwischen beiden nicht nachweisbar. Daß das Bewußtsein nicht ausreicht, eine solche Grenze zu bilden, ist im Vorhergehenden bewiesen worden, und schon im zweiten Buche haben wir gezeigt, daß die Lebenskräfte eine Zweckmäßigkeit in ihren Verrichtungen zeigen, welche auf die Mitwirkung eines psychischen Princips hinzuweisen scheint. Den Uebergangspunkt zwischen Seele und Lebenskraft bilden die Instinkte. Diese bestehen darin, daß ein vernünftiger Zweck durch passende Mittel erstrebt wird, obschon der Zweck selbst dem Individuum verborgen bleibt. So scharrt das Küchelchen, welches durch künstliche Wärme ausgebrütet und einsam aufgezogen wurde, in der Erde, um Futter zu finden, obschon es nicht wissen kann, daß der Boden die Samenkörner enthält, die es sucht. Auf eine ganz entsprechende Weise wirkt die Lebenskraft in einzelnen Organen, z. B. in der Pupille, welche bei glänzendem Lichte sich verengert, um Ueberreizung zu verhüten, welche entstehen würde, wenn eine zu große Menge heller Lichtstrahlen gleichzeitig ins Auge fiele.

So zahlreich die Erfahrungen sind, welche auf Einheit von Lebenskraft und Seele hinweisen, so giebt es doch auch Erschei-

nungen, welche eine Sonderung beider andeuten. Bisweilen nämlich findet sich in abgelebten, in allen Lebensfunktionen geschwächten und kranken Körpern eine starke Seele, und es giebt sogar Erscheinungen, welche auf einen gewissen Gegensatz in der Entwickelung der geistigen und Lebenskräfte hinzuweisen scheinen. Gelehrte und Künstler, bei welchen der Geist seinen erhabensten Aufschwung nimmt, sind keineswegs die Menschen, bei welchen die Lebenskräfte eine vorzugsweise Energie zeigen, vielmehr sinken diese oft in ganz ähnlichem Maße, als der Geist sich emporarbeitet. Umgekehrt sehen wir bei Hirten, Bauern, Jägern und wilden Völkern, welche, näher dem Naturzustande, sich einer üppigen Lebenskraft erfreuen, die geistigen Kräfte verkümmert und in Bezug selbst auf die natürlichen Anlagen unbedeutend. Man erwäge endlich noch, daß in tödtlichen Krankheiten, unmittelbar vor dem Erlöschen der Lebensflamme, bisweilen für die Seele die lichtesten Augenblicke eintreten, Momente, wo sie mit bewundernswürdiger Kraft sich über ihr Schicksal erhebt, und triumphirend die Fesseln des Körpers abstreift.

Mag man diese Erfahrungen überzeugend finden oder nicht, immer wird man zugeben müssen, daß die Streitfrage, ob Lebenskraft und Seele zusammenfallen, sich physiologisch nicht entscheiden lasse, weil Erfahrungen den Erfahrungen entgegen stehen.

§. 205. Man fragt, in welchem Verhältniß die Seele zum Organismus stehe? Zwei Ansichten lassen auch hier sich aufstellen, die im entschiedensten Gegensatz stehen: Die eine betrachtet die Seele als Eigenschaft der vollkommensten organischen Materie, und läßt sie gleichzeitig mit der Organisation entstehen und untergehen, die andere enthebt die Seele den räumlichen Verhältnissen, und betrachtet das Band zwischen ihr und dem Organismus als unwesentlich und vorübergehend. Der Materialist und der Spiritualist, welche wir in diesen Ansichten wieder erkennen, haben in dieser Streitfrage das Gebiet der Physiologie vielfach betreten, und dieser kommt es zu, ihre Rechte auf diesem Grunde geltend zu machen.

Der Materialist betrachtet alles in die Erscheinung Fallende nicht als Resultat einer der Materie inwohnenden Kraft, sondern als Eigenschaft der Materie unmittelbar. Er beruft sich darauf,

daß alle Erscheinungen an die Materie gebunden sind, daß Veränderungen der materiellen Verhältnisse mit Veränderungen in den Erscheinungen verbunden seien, und daß umgekehrt Veränderungen in den Erscheinungen auf Form- und Mischungsveränderungen der Materie zurückgeführt werden können. Wie nun der Materialist die eigenthümlichen Wirkungen des Magnetes als die in die Erscheinung tretende materielle Eigenthümlichkeit des Magnetes selbst betrachtet, und die Hinzuziehung einer von der Materie gesonderten magnetischen Kraft als überflüssige Hypothese verwirft, so betrachtet er gleicherweise Leben und Seele als Eigenschaften der organischen Materie, welche in der organischen Form und Mischung ihre einzige und nothwendige Begründung haben.

Es ist nicht zu leugnen, daß sehr viele Erscheinungen des Seelenlebens die materialistische Ansicht zu unterstützen scheinen. Die Mehrzahl derselben ist zu bekannt, um einer ausführlichen Darstellung zu bedürfen. Man weiß, daß Verletzung des Gehirns die Seelenkräfte beeinträchtigt, und daß diese Kräfte zugleich mit der Auflösung des Organismus sich gänzlich unsern Blicken entziehen. Die Seelenkräfte gestalten sich nach Maaßgabe der organischen Entwickelung und jede Thierform hat einen eigenthümlichen Seelentypus. Die Thätigkeit des psychischen Princips ist bis ins Feinste an die Gesetzlichkeit des anatomischen Baues gebunden. Der Gang der Empfindung und des Willens sind, wie wir gesehen haben, nicht nur an besondere Nervenfasern, sondern auch auf das strengste an deren Verlauf gebunden. Unterbindung eines Nervenfaden hemmt den Gang der Empfindung und des Willens, wie Verstopfung einer Wasserröhre den Lauf des Wassers. Die Thätigkeit des psychischen Princips ist ferner von dem Kreislaufe des Blutes im Gehirn abhängig. Unterbindet man die Schlagadern, welche dem Gehirne rothes Blut zuführen, so hören alle Seelenthätigkeiten bald auf, und wird dem Gehirne statt des hellrothen dunkelrothes (Venen-) Blut zugeführt, so hört alle Hirnthätigkeit plötzlich und unter Konvulsionen auf. Dieses Verhalten ist dem ganz ähnlich, welches in den Muskeln und überhaupt in jedem Organe eintritt, in welchem die erwähnten Störungen des Blutlaufs stattfinden. Wir kennen keine Erfahrung, welche dem Materialismus stärker das Wort spräche, als diese, indem sie anzudeuten scheint, daß die Lebenserscheinungen überhaupt und die Seelenthätigkeiten ins-

besondre aus dem chemischen Konflikte verschiedener organischer Stoffe hervorgehen.

Wir erwähnen nur noch eines Umstandes, der für die materialistische Ansicht von Wichtigkeit ist, nämlich der Theilbarkeit der Seele. Die niedrigsten Thiere pflanzen sich durch Theilung fort. In Folge eines innerlich begründeten Entwickelungsprocesses zerfallen die Naïden z. B. in zwei Hälften, wobei an dem Kopfe dieser Würmer ein Schwanzstück, an dem Schwanze aber ein Kopfstück anwächst. Jedes dieser Stücke ist, wie früher das Ganze, mit Empfindung und freiwilliger Bewegung begabt, und, wenn diese ohne Bewußtsein undenkbar sind, beseelt. Höchst wahrscheinlich wiederholt sich diese Theilung des psychischen Princips auch bei den höhern Thieren, wie schon in dem Vorhergehenden ausgeführt ist.

§. 206. Eine Menge Thatsachen begünstigen die Ansicht, daß die Seele nur eine Qualität der thierischen Materie sei, aber nicht eine Thatsache beweist sie. Vielmehr erlauben alle jene Thatsachen, welche der Materialismus zu seinen Gunsten in Anspruch nimmt, noch eine andere Deutung, und die spiritualistische Ansicht, welche die Seele als ein dem Organismus inwohnendes Wesen eigner Art betrachtet, steht mit der materialistischen insofern in gleichem Range, als die empirische Physiologie sie weder erweisen noch widerlegen kann.

Zwar ist richtig, daß Kraft nur an Materie gebunden vorkommt, aber erschlichen ist die Folgerung, daß das Spiel der Kräfte eine Folge der materiellen Veränderungen sei. Für diesen zweiten Theil der Behauptung giebt es keine empirischen Belege. Die Identität von Bewegtem und Bewegendem, von Materie und Kraft, ließe sich nur dann erweisen, wenn wir im Stande wären, zu zeigen, nicht nur daß Veränderungen der Materie Veränderungen in den Kräften hervorbringen, sondern auch daß bestimmte Veränderungen in der Materie gerade die Veränderungen in den Kraftäußerungen hervorbringen müssen, welche zur Erscheinung kommen. Einen solchen Beweis können wir nicht führen, weil uns das Wesen der Materie verborgen ist. Was aber die Hypothese anlangt, so würde sie, um auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen zu können, nachzuweisen haben, daß, wenigstens so weit unsere Blicke in die Natur eindringen, die Veränderungen der Materie und der an sie gebundenen

Kräfte gleichen Schritt halten. Im organischen Leben aber und vorzugsweise im Seelenleben sind die Fälle zahllos, wo eine Wechselbeziehung zwischen materieller Veränderung einerseits und Kraftäußerungen andererseits durchaus nicht nachweisbar ist. Die Behauptung, daß die organischen Kräfte nur Eigenschaften der organischen Atome wären, ist so wenig erwiesen, daß man mit gleichem Rechte behaupten kann, die organische Kraft habe als zeugendes Princip schon bestehen müssen, als der Keim des ersten Organismus erschaffen wurde.

Diese Ansichten über Kraft und Materie überhaupt stehen mit der Theorie des Seelenlebens in so inniger Beziehung, daß sie nicht ganz übergangen werden konnten. Die erfahrungsmäßig nachgewiesene Abhängigkeit der Seele von organischen Verhältnissen verliert nun die große Bedeutung, welche sie zu haben schien, weil der Körper vielleicht nur das Instrument ist, auf welchem die Psyche spielt, harmonisch oder unharmonisch, wie eben das Instrument gestimmt ist. Selbst jene Theilbarkeit der Seele, auf welche wir hingewiesen haben, ist nichts weniger als beweisend für den Materialismus, sondern im Gegentheil. Wenn die Materie getheilt wird, so verliert sie an raumerfüllender Kraft und an Schwere, nach Verhältniß des abgesonderten Stoffs, der thierische Organismus aber kann Lebenskraft und Seele oft auf zahlreiche Sprößlinge übertragen, ohne einen Verlust zu erleiden durch das, was er abgiebt. Jene Zerfällung der lebendigen Kräfte im Zeugungsproceß ist so eigenthümlicher Art, daß sich die Frage wiederholt, ob Leben und Seele nicht von einem Principe eigner Art ausgehen, von einem Principe, für welches die Bezeichnung „Kraft" kaum paßt, oder welches wenigstens nach dem Maaßstabe der physikalischen Kräfte, die wir kennen, nicht beurtheilt werden darf.

Zu den Erfahrungen, welche der materialistischen Ansicht nicht günstig sind, gehören noch die häufig vorkommenden Fälle, wo die Seelenstörungen mit den Verletzungen des Gehirns durchaus nicht in Verhältniß stehen. Wenn man sieht, wie zuweilen beträchtlicher Substanzverlust im Gehirn ohne Störung der Seelenkräfte ertragen wird, und wie in andern Fällen Blödsinn und Verrücktheit ohne alle nachweisbaren Veränderungen im Hirnbau vorkommen, so läßt sich der Mangel eines entsprechenden Wechselverhältnisses zwischen Seele und Körper fast nur dadurch erklären, daß man das

psychische Princip mehr äußerlich mit der Materie verbunden als dieser inhärent denkt.

Aus Allem ergiebt sich, daß das Verhältniß der Seele zum Körper für die empirische Physiologie ein Problem bleibt. Aber auch dieses negative Resultat ist von Wichtigkeit. Es ist von Wichtigkeit, weil es falschen Folgerungen vorbeugt, und namentlich dem Materialismus die Spitze bietet, welcher nicht selten mit der Anmaßung auftritt, als ob nur sein System mit einer gesunden Naturanschauung vereinbar sei.

Elfter Abschnitt.

Von der Anordnung der Muskeln.

§. 207. Die Muskelfasern, deren allgemeine Strukturverhältnisse schon in der Lehre von den Geweben betrachtet worden sind (§. 30.), zeigen in den willkührlichen Muskeln eine röthere Farbe und verlaufen genauer parallel. In den unwillkührlichen Muskeln sind sie gewöhnlich bleicher, verweben sich untereinander und bilden plattere Faserbündel. Die willkührlichen Muskeln gehen an ihren Enden in Sehnen über, deren eine sich an einem festen Stützpunkte, und deren andere sich an dem zu bewegenden Theile ansetzt. Diese letztere dient dem Muskel als Zugband, mit dessen Hülfe er den beweglichen Punkt an den unbeweglichen heranzieht. Gewöhnlich liegen die Muskelfasern und die Sehne, welche zum Ziehen dient, in einer Richtungslinie, bisweilen aber treten die Fasern unter spitzen Winkeln an die Sehne, so wie an einer Feder die Rippen der Fahne sich an die Verlängerung des Kiels ansetzen. Solche Muskeln heißen gefiederte.

Die unwillkührlichen Muskeln haben gewöhnlich keine Sehnen, und ermangeln eines festen Stützpunktes. Nämlich beide Punkte, an welchen die Enden der Muskeln sich ansetzen, sind beweglich, und nähern sich bei Zusammenziehung des Muskels gegenseitig. Hiermit hängt es zusammen, daß die unwillkührlichen Muskeln kreisförmig um hohle Organe angebracht sind, deren Höhlung durch Muskelkraft verengert werden sollte. Uebrigens sind sie reicher an Blutgefäßen, aber ärmer an Nerven, als die willkührlichen Muskeln.

§. 208. Die Gestalt der Muskeln ist überaus verschieden, indem nicht nur die Verhältnisse des Skelets, sondern auch die bezweckten Bewegungen selbst eine große Mannigfaltigkeit von Formen nöthig machen. An Kopf und Hals finden sich kurze und dicke, an den Gliedmaßen lange, cylindrische Muskeln. Ueberaus breite und dünne Muskeln sind es, welche die Wandungen der Bauchhöhle abgeben. Am abweichendsten ist die Gestalt der Schließmuskeln oder Sphinkteren, welche kreisförmig um verschiedene Oeffnungen, z. B. um den After angebracht sind, so daß sie durch Zusammenziehung die Oeffnung schließen. Mit Ausnahme der Sphinkteren sind alle der Willkühr unterworfenen Muskeln paarig und liegen symmetrisch zu beiden Seiten. Am menschlichen Körper finden sich gegen 400 Muskelpaare, die hier nicht einzeln beschrieben, sondern nur gruppenweise zusammengefaßt werden können.

§. 209. Die wichtigsten Kopfmuskeln sind die, welche zum Kauen und zur Bewegung des Gesichts dienen. Die Kaumuskeln liegen in der Schlafhöhle unter dem Jochbogen, und erstrecken sich von den Schädelknochen zum Unterkiefer. Je mehr diese Muskeln ausgebildet sind, um so mehr muß sich der Jochbogen nach außen wölben, wie bei den fleischfressenden Thieren. Die Neger, bei welchen die Kaumuskeln und das Jochbein stärker entwickelt sind, als beim Europäer, bekommen eben dadurch etwas Thierisches in ihre Züge. Die Gesichtsmuskeln bewegen Nase, Mund, Wangen, sind, also von Wichtigkeit beim Sprechen und vermitteln das Mienenspiel. Die Muskeln des Auges, des Ohres und der Zunge, welche größtentheils von den Kopfknochen entspringen, haben bei Betrachtung der Sinnesorgane Erwähnung gefunden.

§. 210. Die Muskeln, welche den Kopf und Nacken bewegen, entspringen fast sämmtlich von der Wirbelsäule. Gewöhnlich entspringen sie mit mehreren Sehnen von verschiedenen Fortsätzen der Wirbel und endigen entweder an den Kopfknochen selbst, oder wiederum mit mehreren Sehnen an andern Halswirbeln. Durch diese außerordentliche Vervielfältigung der Sehnen, welche eben so viel Zugbänder abgeben, wird eine sehr vielseitige und feine Bewegung des Halses ermöglicht, auch wird die Gesammtbewegung des Halses auf alle Wirbel vertheilt, eine Einrichtung, welche zur Verhütung von Dehnungen des Rückenmarkes besonders geeignet scheint. Kein Muskel entspringt von dem Körperstück der Hals- und Rücken-

wirbel, daher die Beuger des Halses noch durch Muskeln unterstützt werden, welche von den Rippen und dem Schlüsselbein entspringen.

§. 211. Die Rückenmuskeln liegen an der hintern Seite des Rückgrats und haben mit den Nackenmuskeln den Umstand gemein, daß sie von mehreren, zum Theil von vielen Knochenpunkten mit sehnigen Bändern entspringen und auf eine ähnliche Weise endigen. Sie sind daher zum größeren Theile sehr lang oder breit, und in viele Bündel gespalten. Ihr Hauptzweck ist, den Rücken zu strecken und seitwärts zu beugen, doch haben einzelne Rückenmuskeln besondere Bestimmungen. Der sogenannte Mönchskappenmuskel, in der Gegend der Schulterblätter, zieht diese nach hinten gegen einander, der breite Rückenmuskel geht von den untern Rückenwirbeln über das Schulterblatt hinweg zum Oberarm und zieht diesen nach unten, die beiden hintern Sägemuskeln heben die Rippen nach oben, und noch andre Muskeln ziehen eben diese nach unten.

§. 212. Als Athemmuskeln dienen alle Muskeln, welche die Brusthöhle erweitern oder verengern können. Die wichtigste Rolle unter ihnen spielt das Zwerchfell (Fig. 21. z.), welches zwischen Brust- und Bauchhöhle eine, nach obenhin gewölbte, Scheidewand abgiebt. In der Mitte ist es sehnig, die muskulösen Ränder setzen sich, nach vorn und nach den Seiten, an die innere Fläche des Brustbeins und der sieben untern Rippen an, nach hinten aber bildet die fleischige Partie starke Bündel, die sogenannten Schenkel, welche in die Bauchhöhle hinabsteigen und an den Lendenwirbeln Befestigung finden. Als Muskeln, welche ausschließlich dem Athmen dienen, finden sich noch die Zwischenrippenmuskeln, dünne Fleischpartieen, welche von dem untern Rande der einen Rippe zum obern Rande einer tieferliegenden gehen, ferner die Hebemuskeln der Rippen, welche von den Querfortsätzen der Rückenwirbel entspringen und jeder an der nächsten Rippe nach unten endigen. Beiläufig können alle Muskeln zu den Athembewegungen beitragen, welche sich an Rippen befestigen, also viele von den Muskeln, welche schon angeführt wurden, insbesondere mehrere Rückenmusmuskeln.

§. 213. Die Bauchmuskeln schließen die Bauchhöhle nach vorn und nach den Seiten hin, wo das Skelet zwischen Brust-

kasten und Becken freie Lücken läßt. Sie können durch Zusammenziehung die Bauchhöhle verkleinern, in welchem Falle die Eingeweide gegen das Zwerchfell drängen. Giebt dieses nach, so hebt es sich in der Brusthöhle, verengt diese und verursacht gewaltsames Ausathmen; giebt es nicht nach, so werden die Eingeweide zusammengepreßt, und Darmausleerungen veranlaßt.

§. 214. Die Schultermuskeln können die Schulterblätter nach oben und nach unten, mehr nach vorn gegen die Brust, und mehr nach hinten bewegen, wo dann die Brust mehr hervortritt. Wirken sämmtliche Schultermuskeln gleichzeitig, so wird jede Bewegung durch die nach der entgegengesetzten Seite aufgehoben und das Schulterblatt wird fest in seiner Lage erhalten. Eine solche Befestigung des Schulterblatts wird dann nöthig, wenn die Muskeln, welche vom Schulterblatt zum Oberarmknochen gehen, den Oberarm bewegen sollen.

§. 215. Die Muskeln des Oberarms entspringen zum Theil vom Rumpfe, zum Theil vom Schulterblatt. Die ersteren (der breite Rückenmuskel und große Brustmuskel) können den Oberarm fest gegen die Rippen drücken und nach unten ziehen, wenn er erhoben worden war, die letztern sind bestimmt den Arm zu heben und zu rollen. Die Hebemuskeln liegen auf der Schulter und bewegen den Arm entweder nach vorn und oben, oder nach außen und oben, die Rollmuskeln liegen an den platten Seiten des Schulterblatts und setzen sich entweder mehr an dem innern, oder mehr an dem äußern Rande des Oberarmknochens an. Wenn diese Muskeln wirken, so dreht sich der Arm um seine Längenachsen, und der Daumen, welcher, beim schlaffen Herabhängen des Armes, einwärts gerichtet ist, wird entweder nach vorn oder nach hinten gerichtet.

§. 216. Die Muskeln, welche den Vorderarm bewegen, entspringen von dem Schulterblatt und dem Oberarmknochen und setzen sich, unmittelbar unter dem Ellenbogengelenk, an die Unterarmknochen. Die Bewegungen, welche sie hervorzubringen vermögen, sind Beugung und Streckung, wovon die Muskeln Beuger und Strecker genannt werden. Die Beuger liegen an der vordern, die Strecker an der hintern Seite des Oberarms.

§. 217. Am untern Ende des Oberarms entspringen Muskeln, deren sehnige Enden an den Handwurzelknochen befestigt sind; sie bewegen die Hand im Ganzen, indem sie dieselbe beugen und stre-

cken, anziehen und abziehen. Unter Anziehen (Adduktion) versteht man diejenige Bewegung der Hand, wo die Daumenseite derselben gegen die Speiche zu gebeugt wird. Mit dem Worte Abziehen (Abduktion) bezeichnet man die entgegengesetzte Bewegung, wo die Seite des kleinen Fingers sich gegen den Ellenbogen zu beugt. Die genannten vier Bewegungen können in einander übergehen, wenn verschiedene Muskeln gleichzeitig wirken, z. B. wenn die Beugmuskeln und die Anziehmuskeln durch vereinte Kräfte eine mittlere Stellung der Hand hervorbringen. Daher ist die Hand der freien Bewegungen fähig, welche das Gelenk der Arthrodia (§. 77.) gestattet, aber sie besitzt noch überdies Rollmuskeln, welche Drehung um ihre Längenachse hervorbringen. Bei ausgestrecktem Arme kann man die Hand so drehen, daß die hohle Seite derselben entweder nach oben, oder nach unten verwendet wird. Die erste Bewegung heißt Pronation, und die Muskeln, welche sie hervorbringen, Pronatoren, die zweite Bewegung nennt man Supination und die ihr dienenden Muskeln Supinatoren. Die Streckmuskeln und die Supinatoren der Hand entspringen am äußern Gelenkknorren des Oberarms oder doch in dessen Nähe, und verlaufen an der Seite des Unterarms, welche in den Rücken der Hand übergeht; die Beugemuskeln und der eine Pronator dagegen entspringen in der Gegend des innern Gelenkhöckers, und liegen an der Seite des Unterarms, welche in die Hohlhand übergeht.

§. 218. Die Muskeln, welche die Finger bewegen, sind zum Theil so eingerichtet, daß sie alle Finger, mit Ausnahme des Daumens, gleichzeitig beugen oder strecken. Die Sehne dieser Muskeln zerfällt nämlich in 4 Stränge, von welchen zu jedem Finger einer geht. Es giebt 2 gemeinschaftliche Beugemuskeln der Finger, einen äußern und einen innern, welche an denselben Stellen entspringen und verlaufen, wie die Beuger der Hand. Der innere Beugemuskel hat das Eigenthümliche, daß seine 4 Sehnen, in der Gegend des ersten Fingergliedes, die 4 Sehnen des äußern Beugemuskels durchbohren, und bis zum dritten Fingergliede verlaufen, während die Sehnen des äußern Beugemuskels selbst am zweiten Fingergliede Befestigung finden. Der gemeinschaftliche Streckmuskel der Finger entspringt und verläuft, wie die Streckmuskeln der Hand, und seine 4 Sehnen sind mit der Rückenseite sämmtlicher Fingerglieder in Verbindung,

so daß er sie alle zu strecken vermag. Der Daumen hat seine eignen Strecker und Beuger. Außer den angeführten Muskeln, welche zum Theil vom Oberarm, zum Theil vom Unterarm entspringen, giebt es noch viele kleine Muskeln, welche an den Knochen der Mittelhand liegen und sich mit ihren Sehnen an einzelnen Fingern so ansetzen, daß Beugung und Streckung, Adduktion und Abduktion eines einzelnen möglich wird. An den Gliedern der Finger, wenn nicht schon früher, hört der fleischige Theil der Muskeln auf, so daß hier nur Sehnen zu finden sind.

§. 219. Die Oberschenkelmuskeln befestigen sich einerseits am Becken oder den Lendenwirbeln, andererseits an dem obern Ende des Schenkelknochens. Diese Muskeln können nicht blos den Schenkel bewegen, wenn der Rumpf fixirt ist, sondern auch diesen drehen, beugen, strecken u. s. w., wenn der Schenkel unbeweglich ist. Die meisten dieser Muskeln sind kurz und dick, wie die Gesäßmuskeln vorzugsweise. Letztere entspringen an der äußern Seite des Beckens und setzen sich an den Rollhügel des Schenkelknochens, so daß sie den Schenkel nach außen hin heben, und ihn um seine Längenachse zu drehen vermögen. Bei gebückter Stellung können sie zum Aufrichten des Körpers beitragen, desgleichen bei nach vorn erhobenem Schenkel zum Strecken desselben. Die Beugung in der Weichengegend wird durch Muskeln vermittelt, welche vom Darmbeine und von den Lendenwirbeln entspringen, und am obern Ende des Schenkelknochens endigen. Die Adduktion endlich, oder diejenige Bewegung, bei welcher die beiden Schenkelknochen sich gegenseitig nähern, wird durch Muskeln bewerkstelligt, welche am Schambeine und am Sitzbeine des Beckens entspringen, und von hier zum innern Rande des Schenkelknochens gehen.

§. 220. An der vordern Seite des Oberschenkels liegen lange, sehr starke Muskeln, welche zum Theil am Becken, zum Theil in der Gegend des Rollhügels (§. 66.) entspringen, über das Kniegelenk hinwegsetzen, und am obern Ende des Schienbeins an dessen vorderer Seite endigen. Die Wirkung dieser Muskeln ist sehr verschieden, je nachdem der Knochen, wo sie entspringen, oder wo sie endigen, als Fixationspunkt dient; sie können den Oberschenkel beugen, den Unterschenkel strecken, und, bei kau-

ernder Stellung, das Becken heben und dadurch den Körper aufrichten.

§. 221. An der hintern Seite des Oberschenkels liegen sehr starke Muskeln, welche am Becken entspringen und am obern Ende des Schienbeins endigen. Diese Muskeln beugen das Bein im Kniegelenk, indem sie entweder den Unterschenkel nach hinten emporheben, oder den Oberschenkel in eine kauernde Stellung herabziehn. Es versteht sich, daß diese Muskeln auch zur Bewegung des Beckens geeignet sind, wenn nämlich das Schienbein fixirt ist, an welchem sie endigen.

§. 222. Die Muskeln, welche den ganzen Fuß bewegen, entspringen größtentheils von der obern Hälfte der beiden Unterschenkelknochen, zum Theil aber auch vom Oberschenkel, und endigen an der Fußwurzel. Sie können den Fuß beugen und strecken, einwärts und auswärts wenden. Die meisten dieser Muskeln liegen an der hintern Seite des Unterschenkels, nur 2 nicht sehr starke Beugemuskeln liegen nach vorn, so daß der größte Theil des Schienbeins nach vorn nur von Haut bedeckt ist. Am meisten entwickelt sind die Wadenmuskeln (Tab. I. Fig. 6. 14.), welche eine wichtige Rolle beim Gehen spielen, und, wenn man auf den Zehen steht, die ganze Last des Körpers tragen. Diese Muskeln bilden die überaus dicke Achillessehne (Fig. 6. 15.), welche an dem äußersten Ende der Ferse (Fig. 6. 5.) befestigt ist.

§. 223. Die Muskeln, welche die Zehen bewegen, entspringen zum Theil vom Unterschenkel, zum Theil von den Fußwurzelknochen. Ihre Einrichtung hat manche Aehnlichkeit mit den Muskeln der Finger, indem einerseits sich gemeinschaftliche Beuger und Strecker vorfinden, welche 4 Zehen gleichzeitig bewegen, andererseits besondere Muskeln, sowohl für die große Zehe als für die 4 übrigen. Die Anordnung der Muskeln gestattet daher sehr verschiedenartige Bewegungen, und nur Mangel an Uebung ist die Ursache der gewöhnlich sehr beschränkten Beweglichkeit.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Muskelbewegung.

§. 224. Wenn ein Muskel gereizt wird, so zieht er sich zusammen, indem seine Fasern sich verkürzen. Haller nannte dies Vermögen der Muskeln Reizbarkeit, wofür Bichat den passenderen Namen Kontraktilität einführte. Auch andere Theile als Muskeln können sich zusammenziehen, wie die Iris in Folge von Lichtreiz, die Gebärmutter bei der Geburt, die Arterienhäute, wenn sie chemisch gereizt werden, indessen sind diese Zusammenziehungen von denen der Muskeln doch in mancher Hinsicht unterschieden, wie andern Orts zu zeigen ist.

Wenn ein Muskel gereizt wird, so beschreiben die, außerdem geradeauslaufenden, Fasern einen Zickzack. Die Folge davon ist Verkürzung und Verdickung des Muskels. Die Kontraktion ist mit wirklicher Verkleinerung und demnach mit Vermehrung des specifischen Gewichts verbunden. Das Blut wird ausgetrieben und der Muskel scheint blasser. Nach der Zusammenziehung kehrt der Muskel in seinen alten Zustand zurück, offenbar nur in Folge von Elasticität. Aktive Ausdehnungen vollziehen die Muskeln nicht, und wo dergleichen scheinbar eintreten, liegt die Ursache immer in anderen Theilen, z. B. in zuströmenden Säften ꝛc.

§. 225. Die Zusammenziehung ist ein Zustand von Thätigkeit, welcher Kräfte in Anspruch nimmt und Kräfte erschöpft. Zur Wiederherstellung der Kraft ist in den willkührlichen Muskeln die periodische Ruhe des Schlafes nöthig, in den unwillkührlichen nicht. Indeß ist die Grenzlinie nicht genau gezogen, da die Athemmuskeln, welche zum Theil der Willkühr unterliegen, ebenfalls im Schlafe thätig bleiben. Obgleich Herz und Athemmuskeln nicht schlafen, so entbehren sie doch insofern nicht aller Ruhe, als der Zustand der Zusammenziehung mit dem der Erschlaffung rhythmisch wechselt. Dagegen sind die Schließmuskeln der Exkretionsöffnungen z. B. der Ringmuskel, welcher den After umgiebt, unausgesetzt thätig, da sie nur bei eintretender Ausleerung und im Tode sich öffnen.

§. 226. Das Blut hat nur einen mittelbaren Einfluß auf die Kontraktilität, insofern es den Muskel ernährt und le-

bendig erhält. Daß das Blut in keinem direkten Verhältniß zu den Zusammenziehungen der Muskeln steht, beweist die Erfahrung, daß auch vom Körper getrennte und ausgeblutete Muskeln zu Bewegungen veranlaßt werden können.

Haller und seine Nachfolger waren der Ansicht, daß auch die Nerven bei der Muskelbewegung nicht wesentlich nöthig, vielmehr nur als Leiter des Willens beigegeben wären. Sie betrachteten die Reizbarkeit als eine dem Muskelsystem inwohnende, durchaus selbstständige Kraft. Haller bemühte sich namentlich, die Unabhängigkeit des Herzens vom Nerveneinfluß nachzuweisen, aber die neueren Erfahrungen widerlegen seine Beweise, wie später gezeigt werden soll (§. 347.). Allerdings können abgeschnittene Muskeln, deren Zusammenhang mit dem Nervensystem vernichtet ist, sich dennoch zusammenziehen, indeß hat auch der kleinste Muskel seine Nerven, und es läßt sich eben so gut denken, daß das abgeschnittene Nervenstück noch gewisse Lebensthätigkeiten ausübe, als Haller dieß von dem verstümmelten Muskel annahm (§. 133.). Daß Polypen nnd andre nervenlose Thiere mit Kontraktilität begabt sind, kann nichts beweisen, denn einerseits stehen diese Geschöpfe dem Menschen schon zu fern, um Schlüsse auf ihn zuzulassen, andererseits ist es nicht entschieden, daß jene Thiere wirklich nervenlos sind. Wenn endlich Reize, die den Muskel unmittelbar berühren, ebenfalls Zuckungen hervorrufen, so beweist dies nicht, daß die Nerven hier unthätig sind, denn diese verbreiten sich bis in die kleinsten, nur mit dem Mikroskope erkennbaren Theile der Muskeln.

Daß die Nerven der Muskeln nicht blos die Bestimmung haben, den Reiz des Willens zu leiten, wird schon daraus wahrscheinlich, daß auch die unwillkührlichen Muskeln mit Nerven versehen sind. Wir haben gezeigt, daß die Bewegung des Schlukkens und das Schließen der Sphinkteren nicht vom Gehirn, als dem Sitze des Willens, sondern vom Rückenmark abhängen. Wahrscheinlich sind die Nerven die Leiter aller Reize, welche die Muskeln zu Zuckungen veranlassen. Gewiß ist, daß jeder Reiz, welcher einen Muskelnerven trifft, dem Muskel zugeleitet wird und in diesem Kontraktion hervorbringt. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, daß ein solcher Leitungsapparat bestände, wenn er nicht zum Leiten benutzt werden sollte. Das Herz eines Fro=

sches bewegt sich, wenn es aus dem Leibe geschnitten ist, noch viele Stunden, spritzt man aber Opiumtinktur in dasselbe, so verschwindet die Pulsation oft binnen einer Minute. Es ist kaum zu bezweifeln, daß das Opium hier, wie gewöhnlich, als Nervenmittel wirke und durch Lähmung der Nervenfaser, nicht aber durch Beeinträchtigung der Muskelfiber den Herzschlag hemme. Ueberdies finden wir die Kontraktilität zuweilen in entschiedener Abhängigkeit vom Nervensystem. Leidenschaften und Nervenkrankheiten können die Muskelkraft sowohl anspannen, als auch gänzlich lähmen; endlich entspringen Zuckungen und Krämpfe aus derselben Quelle.

§. 227. Als Reiz wirkt auf den Muskel Alles, was ihn auf chemischem oder physikalischem Wege umstimmt. Die naturgemäßen Reize sind aber für die willkührlichen Muskeln der Wille, für die unwillkührlichen die in ihren Höhlen enthaltenen Stoffe. Hierbei ist ein specifisches Verhältniß der Reize unverkennbar. Das Blut z. B., welches als Reizmittel auf das Herz wirkt, erregt keinen andern Muskel. Daher ist es auch unmöglich, die Reize ihrer Kraft nach zu ordnen und in eine Stufenfolge zu bringen.

§. 228. Die Kraft der Muskeln ist von dem Zustande der Gesundheit, von Leidenschaften, von Leibesübung, überhaupt von sehr verschiedenen Umständen abhängig. Zu den auffallenden Erscheinungen gehört die deprimirende Wirkung des Kitzels. Dagegen wird es kaum befremden, daß der lebende Muskel ein Gewicht zu heben vermag, welches den todten zerreißt. Man hat nicht das Recht, den Menschen für schwächer auszugeben, als das Thier, nur der verweichlichte, oder durch Elend verkümmerte ist schwächer. Man hat Beispiele genug von ungeheurer Leibesstärke, wie August der Starke einem Schmidt, der sein Pferd beschlagen sollte, ein Hufeisen zerbrach, und der Schmidt, als Gegenstück, den vom Churfürsten erhaltenen Thaler.

§. 229. Jede Muskelfiber verkürzt sich mit einer gewissen Kraft, und die Kraft des Muskels ist daher gleich der Summe seiner Fibern. Wäre die Kontraktionskraft in allen Fibern sich gleich, so würde sich die Kraft der Muskeln überhaupt wie die Menge ihrer Fibern, und, bei der ziemlich gleichmäßigen Stärke dieser, wie die Muskeldicke verhalten. Die Erfahrung lehrt auch, daß im Allgemeinen die dickeren Muskeln die kräftigeren sind.

Bei sehr starken Menschen sind die Muskeln besonders in die Dicke entwickelt, und bei allen Thieren finden sich die dicksten Muskeln an den Stellen des Körpers, wo die größten Kräfte ins Spiel kommen. Dagegen hat die Länge des Muskels auf seine Kraft keinen Einfluß, so wenig wie die Länge eines Stricks in Betracht kommt bei seiner Tragkraft. Die Länge des Muskels steht nur in Bezug zu der Größe seiner Bewegung. Denn da ein langer Muskel einer größern Zusammenziehung fähig ist, als ein kurzer, so vermag er auch die beweglichen Theile, an welche er sich heftet, in einer größern Strecke zu verschieben.

§. 230. Die Sehnen, welche sich an den Muskeln befinden, erlauben eine Vermehrung der Muskelfibern, indem sie einer größern Anzahl derselben Ansetzepunkte gewähren, als an dem Knochen, der bewegt werden soll, Raum gefunden haben würde. In diesem Sinne vermehren also die Sehnen die Muskelkraft und koncentriren sie namentlich auf einen kleinen Punkt. Am meisten gilt das Gesagte von den gefiederten Muskeln. Bei denjenigen Muskeln, wo die Fibern der Länge nach neben einander verlaufen, würde durch zu große Vermehrung der letztern eine unförmliche Dicke verursacht werden. Wenn dagegen kurze Fibern in schiefer Richtung sich an einer langen Sehne ansetzen, so können außerordentlich viele zu einem gemeinschaftlichen Zwecke wirken, während nur wenige sich decken und der Muskel demnach dünn bleibt. Durch gefiederte Muskeln kann also eine große Kraft ermöglicht werden, aber wegen der Kürze ihrer Muskelfibern nur eine kleine Bewegung.

§. 231. Besondere Aufmerksamkeit verdient das Verhältniß der Muskeln zu den Knochen. Der Muskel entspringt und endigt sich nie an Einem Knochen, was zwecklos wäre, sondern geht mindestens über Ein Gelenk hinweg zu einem andern. Zieht sich nun der Muskel zusammen, so nähern sich die mit ihm in Verbindung stehenden Knochenpunkte in der Richtung der Kontraktion. Beide Punkte nähern sich gegenseitig, wenn beide bewegungsfähig sind, ist aber einer der beiden Punkte fixirt, so muß der bewegliche die Annäherung allein vollbringen. Die meisten Muskeln haben eine solche Lage, daß jeder Anheftepunkt nach Willkühr ebensowohl bewegt, als fixirt werden kann, und in der großen Mehrzahl der Fälle ist bei Muskelkontraktionen nur der eine Punkt

beweglich, der andre aber fixirt, die Bewegung also einseitig. Wenn man beim Klettern sich mit den Händen an einen erhabenen Gegenstand anhält und den Körper in die Höhe zieht, so werden die Hände zum fixirten Punkte und der Körper muß, der Richtung der Schwere entgegen, ihnen nachrücken, während in dem Falle, wo wir die ausgestreckte Hand an den Körper zurückziehen, das umgekehrte Verhältniß stattfindet.

§. 232. Wenn die durch Muskelkraft veränderte Lage der Knochen auch durch Muskelkraft wieder in den alten Stand gebracht werden kann, so findet ein Verhältniß statt, welches man Antagonismus der Muskeln nennt. Dies Verhältniß ist in den Beuge- und Streckmuskeln der Extremitäten besonders anschaulich. Der Arm kann gebeugt werden, indem die, an der innern und vordern Seite des Armes gelegenen, Beugemuskeln sich verkürzen, und wird in die ursprüngliche gerade Richtung zurückgebracht, wenn die Streckmuskeln, welche nach hinten und außen liegen, sich zusammenziehen. Wenn bei der Beugung gleichzeitig die Hand der Brust genähert, bei der Streckung dagegen von der Brust entfernt wird, so ist einleuchtend, daß dieses Entfernen eben so gut, als jenes Nähern, durch Verkürzung gewisser Muskeln, nur auf den gegenüberliegenden Seiten, vermittelt wird.

§. 233. Insofern die Knochen sich um den Drehpunkt des Gelenks bewegen, sind sie Hebel, und die Kräfte, die an ihnen wirken, gestatten die Anwendung der physikalischen Gesetze. Hier ist nun zuvörderst zu bemerken, daß die Muskeln im Allgemeinen sich sehr nah an den Drehpunkten der Gelenke ansetzen, eine Einrichtung, durch welche an Schnelligkeit der Bewegung eben so viel gewonnen, als an Kraft verloren wird. Berücksichtigt man, daß am Hebel Schnelligkeit und Kraft in nothwendigem Gegensatz stehen, so würde man den Ansatz der Muskeln in der Nähe der Gelenke nur dann beklagen können, wenn man zwischen Kraft und Geschwindigkeit ein Mißverhältniß annähme.

Da eine Kraft am Hebel eben so viel an Wirksamkeit verliert, als ihre Richtungslinie auf den Hebel sich vom rechten Winkel entfernt, so tritt noch dadurch ein beträchtlicher Kraftverlust ein, daß die meisten Muskeln sich unter sehr spitzen Winkeln an die Knochen ansetzen. Sehr oft entspringen und endigen die Muskeln an Knochen, die in ganz gleicher Richtung unter einander liegen, wo dann

der Ansatzwinkel so ungünstig als möglich sein würde, wenn nicht die Gelenkenden der Knochen sich beträchtlich verdickten und die Sehne des Muskels über den Gelenkkopf, wie über eine feste Rolle, hinginge. Man betrachte z. B. den Ansatz des Wadenmuskels am Oberschenkel (Tab. I. Fig. 6. 15'.). Nur sehr selten setzen sich die Muskeln unter rechten Winkeln an die Knochen. Dies bemerkt man an den Muskeln, welche den Athembewegungen vorstehen, Bewegungen, die ununterbrochen fortgehen und eines mechanischen Vortheils bedurften, um nicht der Erschöpfung zu unterliegen. Unter rechtem Winkel setzen sich ferner die Kaumuskeln an den Oberkiefer, daher manche Menschen Pfirsichkerne zerbeißen können, deren Zerdrückung eine Kraft von 300 Pfund verlangt. Endlich erwähnen wir noch der Wadenmuskeln, deren Sehne unter rechtem Winkel am Fersenbein befestigt ist (Fig. 6. 15.) und aus demselben Grunde außerordentliche Kraftäußerungen zuläßt.

Gewöhnlich sind die Knochen einarmige Hebel, doch finden sich auch zweiarmige. So hat das Ellenbogenbein einen zweiten, kürzern Hebelarm im Ellenbogenknorren, an welchen sich der dreiköpfige Muskel als Strecker des Unterarms ansetzt. Auch das Fersenbein ist ein zweiarmiger Hebel.

§. 234. Oft liegen zwischen den Anheftepunkten eines Muskels mehrere Gelenke. Sind diese Gelenke nach einer Seite beugsam, so scheint die Anbringung eines einzigen Muskels nur aus dem Princip der Sparsamkeit herzuleiten, wie z. B. am Rückgrat ein Muskel, welcher über mehrere Gelenke hinwegsetzt, eben so viel einzelne Muskeln erspart, die außerdem nöthig gewesen wären, um die Rückenwirbel nach Umständen zu beugen oder zu strecken. Wenn aber die mehreren Gelenke, über welche ein Muskel hingeht, verschiedenen Charakter haben, wenn eines zur Beugung, das andere zur Streckung dient, so hat die Verwendung eines einzigen Muskels eine tiefere Bedeutsamkeit und hängt mit den mechanischen Zwecken des Bewegungsapparates weit inniger zusammen. Muskeln, welche über ein Beuge- und ein Streckgelenk hinwegsetzen, finden wir da, wo es im Plane der Ortsbewegung lag, daß Beugung und Streckung zweier Gelenke in ein Zeitmoment zusammenfallen sollten. Wenn wir beim Gehen das eine Bein vorsetzen, was Beugung des Oberschenkels im Hüftgelenk nöthig macht, so darf der Unterschenkel nicht nachbleiben, sondern muß durch gleichzeitige Streckung im Knie-

gelenk nach vorn gebracht werden, damit der Fuß, nach vollendetem Ausschreiten, zum Auftreten bereit sei. Dem gemäß entspringt der gerade Schenkelmuskel an der vordern Seite des Beckens und geht an der vordern Seite des Schenkels, Hüft = und Kniegelenk über= springend, bis zum Schienbein, an welchem er sich oben und vorn ansetzt. Wie es zuweilen im Plane der Bewegung lag, die Beugung und Streckung zweier Gelenke gleichzeitig hervorzurufen, so war es in andern Fällen Zweck, Beugung und Streckung in einer bestimmten Folge zu veranlassen. Beim Gehen z. B. soll der hintere Fuß erst dann im Knie gebogen werden, wenn der Fuß sich vollkommen gestreckt und durch diese Streckung zum Vorwärtsschieben des Kör= pers das Seinige beigetragen hatte. Auch diese richtige Folge in den Bewegungen wird durch Muskeln vermittelt, die über zwei Ge= lenke hinwegsetzen, und beruht darauf, daß der Muskel nicht an beiden Gelenken sich unter gleich passendem Winkel ansetzt, viel= mehr an dem einen Gelenke unter einem günstigen, welches letztere denn in der Bewegung vorangeht. So wird beim Gehen die Strek= kung des Fußes und die Beugung des Kniees durch den Waden= muskel hervorgebracht. Dieser entspringt vom Oberschenkel unter sehr spitzigem Winkel und setzt sich an das Ende der Ferse unter einem rechten, daher vor Allem die Ferse gehoben und also der Fuß gestreckt werden muß. Daß, während der Fuß sich streckt, das Knie die Beugung nicht einmal beginnt, liegt freilich außerhalb des hier besprochnen Mechanismus.

§. 235. Beim Gehen wird abwechselnd jedes Bein auf den Boden gesetzt und in der Schwebe getragen. Das aufgesetzte Bein soll theils als tragende Stütze, theils als fortschiebendes Stemm= werkzeug wirken, daher ist es so gebaut, daß es sich durch Streckung willkührlich verlängern kann. Wie der Ruderer den Kahn dadurch vorwärts bewegt, daß er durch gewisse Manipulationen die stem= mende Ruderstange verlängert, so schieben wir unsern Körper vor= wärts, indem wir das anfangs gebogene Bein strecken. Die Strek= kung beginnt im Knie, das Fußgelenk folgt, zuletzt strecken sich die Zehen. Aber ehe noch diese Streckung zu Stande kommt, wickelt sich der Fuß mit seiner Sohle am Boden, wie ein rollendes Rad, ab, d. h. in jedem Moment wird ein anderer Punkt der Sohle zum Stützpunkte, und diese Punkte entwickeln sich in einer stätigen Reihe von der Ferse bis zu den Zehen.

Das stemmende Bein würde den Körper, den es trägt, nach vorn und oben bewegen, wenn nicht die Schwerkraft denselben Körper vertikal zum Boden zu ziehen suchte. Wie nach dem bekannten Gesetz des Parallelogramms der Kräfte jeder Körper, auf welchen zwei Kräfte in verschiedener Richtung einwirken, eine mittlere Bewegung (nach der Diagonale des Parallelogramms) einschlägt, so bewegt sich der Körper beim Gange weder nach oben, noch nach unten, sondern horizontal nach vorn. Indeß ist diese Bewegung in der Horizontale nicht vollkommen stätig, sondern der Körper steigt und sinkt abwechselnd um ein Weniges, namentlich beim langsamen Gange. Eine dritte Kraft, die beim Gehen Einfluß hat, ist der Widerstand der Luft, welcher mit der Schnelligkeit der Bewegung zunimmt. Man balancirt diese Kraft durch Neigung des Körpers nach vorn, womit zusammenhängt, daß mit der Schnelligkeit des Ganges jene Neigung zunimmt.

§. 236. Das schwebende Bein, welches, nach dem gewöhnlichen Ausdruck, ausschreitet, wird nicht durch Muskelkraft, sondern durch die Kraft der Schwere bewegt. Im Augenblick, wo es sich vom Boden erhob, erfolgte eine Verkürzung desselben durch Beugung im Kniegelenk, es verhielt sich also wie ein ausgelöster Pendel, und mußte nach vorn schwingen. Sobald das Bein seine Pendelschwingung vollendet, verlängert es sich durch Streckung willkührlich und tritt mit dem Fuße auf.

Die Bewegung der Beine wechselt ab, so jedoch, daß zwischen den Pendelschwingungen des einen und des andern Beins ein Zeitabschnitt fällt, wo beide Beine auf dem Boden stehen. Es wird nämlich das Bein, welches seine Pendelschwingung vollendet, auf den Boden gesetzt, während der hintere Fuß noch am Boden haftet. Dieses gleichzeitige Auftreten mit beiden Beinen wächst, in Bezug auf seine Dauer, mit der Langsamkeit des Ganges, und umgekehrt, so daß es beim schnellsten Gange = 0 ist.

§. 237. Wir vermögen den Gang willkührlich zu beschleunigen, indem wir im Stande sind, die Schritte willkührlich größer und schneller zu machen. Letzteres kann nicht heißen, daß wir die Schwingungen der Beine beschleunigen, denn da diese von dem unveränderlichen Gesetz der Schwere abhängen, so ist deren Schnelligkeit für alle Fälle des Gehens und Laufens gleich groß, dagegen kann der Wille die Schwingungsdauer dadurch abkürzen, daß er dem

Fuß aufzutreten gebietet, noch ehe er seine Schwingung vollendet hat. Es könnte nun scheinen, als müsse eine unvollendete Pendelschwingung des Beines eine geringere Schrittlänge bedingen, allein die Erfahrung lehrt das Gegentheil. Je mehr Schritte wir in einer gegebenen Zeit machen (also je weniger wir dem schwebenden Beine Zeit gönnen, seine Pendelschwingung zu vollenden), um so größer ist der Raum, den wir in dieser Zeit zurücklegen. Die größte Zahl der Schritte, die wir beim Gehen in einer gewissen Zeit zu machen im Stande sind, ist doppelt so groß als die Zahl der Pendelschwingungen, welche das sich selbst überlassene Bein gemacht haben würde. Hieraus ergiebt sich wieder, daß die größte Verkürzung, welche wir den Pendelschwingungen des Beins geben können, die Hälfte der Pendelschwingung beträgt. Dies gilt für das Laufen eben sowohl als für das Gehen, und hängt damit zusammen, daß bei noch größerer Verkürzung der Pendelschwingung das stützende Bein nie vertikal unter dem Schwerpunkt des Körpers zu stehen kommen würde, eine Stellung die nöthig ist, wenn der nach vorn übergeneigte Körper von allmähligem Tiefersinken und endlichem Fallen abgehalten werden soll.

§. 238. Es fragt sich, von welchem Umstande die Vergrößerung der Schritte abhänge, wenn sie der Größe der Pendelschwingung nicht nur nicht proportional, sondern sogar umgekehrt proportional ist? Die Größe der Schritte hängt ab von der Elongationsweite der Pendelschwingungen. Es ist klar, daß eine halbe Pendelschwingung bei weit schwingendem Pendel, oder, was dasselbe sagt, bei beträchtlicher Elongationsweite, größer sein könne, als eine ganze Schwingung bei kurz schwingendem Pendel. Die Größe der Schritte hängt nun von der Elongationsweite der Pendelschwingung ab, und diese nimmt beim Schnellgehen mehr zu, als die Größe des Schwingungsbogens (der höchstens auf die Hälfte reducirt werden kann) abnimmt.

Die Größe der Elongationsweite wird bei den Pendelschwingungen des Beines durch die Entfernung des Schenkelkopfes von der Erde bestimmt. Man denke sich zur Versinnlichung, daß die beiden schreitenden Beine und der Fußboden, über welchem sie sich ausspannen, ein Dreieck bilden, dessen Basis der Fußboden und dessen Scheitel der Höhenpunkt der beiden Schenkelköpfe abgibt; so ist es einleuchtend, daß, je weiter die Beine ausschreiten, um so

tiefer die Schenkelköpfe zu stehen kommen müssen, umgekehrt aber, daß je tiefer diese stehen, eine um so größere Elongationsweite für die schwingenden Beine gegeben sei. Durch Messung ist erwiesen, daß die Entfernung des Schenkelkopfes von der Erde um so geringer ist, je schneller man geht. Da nun die Größe der Schritte zunimmt, wie diese Entfernung abnimmt, so muß mit der Schnelligkeit des Ganges die Größe der Schritte zunehmen, was wir bereits als Erfahrungssatz haben kennen lernen.

§. 239. Das Laufen unterscheidet sich vom Gehen dadurch, daß an die Stelle des Zeitraums beim Gehen, wo beide Beine auf dem Boden stehen, ein Zeitraum tritt, wo kein Bein den Boden berührt. Nämlich ehe noch das schwebende Bein ausgeschwungen hat, beginnt das hintere Bein, nachdem es durch eine wurfartige Bewegung den Körper fortgeschleudert, seine Schwingung ebenfalls.

Der Zweck des Laufes ist Beschleunigung des Fortkommens, und diese wird auf doppelte Weise vermittelt. Die größte Schrittlänge beim Gehen hat die halbe Spannweite der beiden Beine zur Grenze, eine Beschränkung, die damit zusammenhängt, daß beim Gehen der Raum, durch welchen wir uns bei jedem Schritte bewegen, von dem hinteren Beine überspannt werden muß, während das andere vertikal steht *). Beim Laufe findet diese Beschränkung nicht statt, und die Schritte werden größer. Sie werden ferner aber auch schneller. Zwar dauern die halben Pendelschwingungen, welche man beim Laufen macht, vollkommen ebenso lange, als dieselben bei der schnellsten Gangart dauern, allein da die Schwingung jedes Beines zum Theil schon während der Schwingung des andern ausgeführt wird, so bedürfen 2 Schritte beim Laufen nicht doppelt so viel Zeit, als ein einzelner.

§. 240. Der Drehpunkt der im Vorigen entwickelten Theorie liegt in dem Satze, daß die Bewegung des schwebenden Beines nicht durch den Willen, sondern durch das Gesetz der Schwere bestimmt werde. Es scheint angemessen, auf die Prüfung dieses wichtigen Punktes zurückzukommen, um so mehr, da er für die Meisten etwas Unerwartetes, wo nicht Unwahrscheinliches enthalten dürfte.

*) Vertikal heißt die Stellung des stützenden Beines, wenn der Schenkelkopf desselben scheitelrecht über dem Stützpunkte des Fußes steht.

Der Mechanismus des Schenkelgelenkes (§. 86.), bei welchem Reibung auf das sorgfältigste vermieden ist, scheint ausdrücklich darauf berechnet, dem Beine Pendelschwingungen möglich zu machen. Auch lehrt die Erfahrung, daß solche möglich sind. Wenn man sich mit einem Fuße hoch stellt und das andere Bein hängen läßt, so schwingt dieses in Folge eines Anstoßes nach einem festen Gesetz. Die Schwingungsdauer ist nämlich für dieselbe Person unveränderlich und richtet sich bei verschiedenen Individuen nach der Länge und Schwere der Beine.

Daß nun bei dem natürlichen und ungezwungenen Gange die Bewegung des ausschreitenden Beines wirklich durch die Kraft der Schwere, welche den Pendel in Bewegung setzt, nicht aber durch den Willen vermittelt werde, zeigt zuvörderst das gesetzliche Verhältniß zwischen Schrittlänge und Schrittdauer. Nämlich 1. bei derselben Person dauern Schritte von gleicher Größe gleich lange, 2. die Schrittdauer nimmt in demselben Verhältniß zu, in welchem die Schrittlänge abnimmt. Schwerlich wird man annehmen mögen, daß der Wille, wo er Bewegungen vermittelt, sich an ein Gesetz binde, welches er nicht einmal kennt, und ganz unmöglich ist es, anzunehmen, daß wir willkührlich zu einem kleinen Schritt mehr Zeit gebrauchen sollten, als zu einem großen, weil wir bei allen willkührlichen Bewegungen, nicht nur der Arme, sondern auch der Beine, das Gegentheil wahrnehmen.

Dagegen erklärt sich durch die Annahme von Pendelschwingungen nicht nur der gesetzliche Charakter des Gehens überhaupt, sondern auch das entgegengesetzte Verhältniß zwischen Schrittlänge und Schrittdauer. Wenn bei kleineren Schritten, wie sich erweisen läßt, das schwebende Bein einen größeren Abschnitt seines Schwingungsbogens zurücklegt, so ist erklärt, warum der kleine Schritt einen größern Zeitaufwand erfordert.

Eine andere Erfahrung, welche zu Gunsten der aufgestellten Theorie spricht, ist die, daß bei jedem Menschen die Schrittdauer im schnellsten Gange gleich ist der halben Dauer einer Pendelschwingung seines Beines. Das Gesetzliche in der Erscheinung berechtigt zu dem Schlusse, daß beim schnellsten Gange die Schrittdauer eben darum einer halben Pendelschwingung gleiche, weil eine halbe Pendelschwingung gemacht wurde. Ist aber für eine Gangart die

Abhängigkeit der Bewegung von den Pendelschwingungen erwiesen, so ist sie für alle Gangarten mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Es wurde oben bemerkt, daß Schrittlänge und Schrittdauer im umgekehrten Verhältnisse ab- und zunehmen, was auf keine Weise durch den Einfluß des Willens, wohl aber durch die Annahme erklärt werden kann, daß bei großen Schritten der Schwingungsbogen des Pendels am frühesten, bei kleinen Schritten am spätesten unterbrochen werde. Zu dieser Annahme würde man berechtigt sein, wenn sich fände, daß die Dauer der Schwingung des schwebenden Beines in demselben Verhältniß zunähme, in welchem die Länge der Schritte abnimmt. Genaue Messungen bestätigen diese Annahme.

§. 241. Es ist also die Schwerkraft, welche mittelst Pendelschwingungen der Beine den Gang regelt. Indeß würde man die aufgestellte Theorie mißdeuten, wenn man ihr die Behauptung unterlegte, als sei der Willkühr aller Einfluß auf den Gang abgeschnitten. Das gleichmäßige Marschiren einer Truppe, in welcher Soldaten von verschiedener Beinlänge sich finden, würde eine solche Theorie Lügen strafen. Hier ist nur von dem natürlichen Gange die Rede, dessen Grundprincip ist, die Bewegung mit so wenig Muskelanstrengung als möglich durchzuführen. Der am wenigsten anstrengende Gang mußte dem Baue des Körpers entsprechen und mußte, wie dieser selbst, seine Gesetze haben. Da nun jeder Mensch, durch das Gefühl der Bequemlichkeit geleitet, sich den Gang angewöhnt, welcher die geringste Anstrengung erfordert, so verzichtet er auf den Einfluß der Willkühr und nimmt einen Gang an, der von physikalischen Gesetzen abhängig ist. *)

*) Obenstehende Mittheilungen sind der kurze Auszug eines neuen, vortrefflichen Werkes: Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge von Prof. W. Weber und Dr. E. Weber. Göttingen 1836.

Viertes Buch.

Die Lehre vom pflanzlichen Leben.

§. 242. In dem thierischen Körper finden wir eine Menge Funktionen wieder, welche auch den Pflanzen zukommen, und die man eben deswegen pflanzliche oder vegetative Verrichtungen genannt hat. Wie wir nämlich in den Pflanzen Thätigkeiten gefunden haben, welche einerseits die Erhaltung eines bestimmten Organismus, andererseits das Fortbestehen einer Gattung überhaupt bezwecken, so finden wir im thierischen Körper ebenfalls Funktionen, welche entweder das Individuum, oder das Geschlecht zu erhalten bestimmt sind. Was nun die Thätigkeiten anlangt, welche auf die Erhaltung des Individuums hinwirken, so charakterisiren sie sich als Stoffwechsel, namentlich mit der äußern Natur. Durch den Einfluß der verschiedenartigsten Reize werden in jedem Momente Theile des Organismus verändert, die in ihrem veränderten Zustande nicht den ursprünglichen Nutzen behalten. Solche Theile müssen ausgeschieden werden, aber die Ausscheidung macht Aufnahme neuer Stoffe nöthig, wenn der Organismus in seiner Gesammtheit fortbestehen soll.

Man ist genöthigt anzunehmen, daß jeder Theil des lebenden Körpers das Vermögen besitze, die unbrauchbar gewordenen Stoffe von sich zu stoßen, welche dann durch aufsaugende Gefäße fortgeführt und an Orte gebracht werden, welche entweder die Entfernung derselben aus dem Organismus oder ihre Reorganisation möglich machen. Solche Orte sind die Lunge, die Leber, die Nieren, die Haut, überhaupt die Absonderungsorgane, deren Thätigkeit ohne die verderblichsten Folgen für Gesundheit und Leben nicht lange unterbrochen werden darf. Diese Absonderungsorgane entfernen nämlich keineswegs blos indifferente Stoffe, sondern, wie die übeln Folgen eines unterdrückten Schweißes zu beweisen scheinen, bisweilen auch schädliche Stoffe.

Wie nun eine unsern Sinnen sich entziehende Auffaugung die unbrauchbaren Molekûle fortschafft, so ersetzt eine gleichfalls unwahrnehmbare Aushauchung aus den blutführenden Gefäßen den eingetretenen Substanzverlust. Hierin liegt eine von den ver-

schiedenen Ursachen, warum das Blut selbst sich verändert, in Bezug auf seine Menge sowohl, als auf seine Beschaffenheit. Soll es im normalen Zustande erhalten werden, so müssen ihm die verloren gegangenen Theile ersetzt und seine Mischungsverhältnisse wieder hergestellt werden. Der Ersatz geschieht durch das Einströmen der Lymphe ins Blut, die Wiederherstellung der Mischung durch die Absonderungsprocesse und durch das Athmen. Sucht man endlich die Quelle der Lymphe auf, so findet man eine doppelte. Erstlich wird Lymphe aus Stoffen gebildet, die wir von der Außenwelt als Nahrungsmittel entlehnen (dem Milchsaft, Chylus genannt). 2. Bildet sich Lymphe in allen belebten Theilen des Körpers, aus Stoffen, welche die Organe von sich stoßen, und welche die sogenannten Lymphgefäße aufnehmen. Die letzte Quelle der Bluternährung ist aber in doppelter Hinsicht merkwürdig, theils weil sie auf die wunderbare kreisförmige Thätigkeit der Lebensverrichtungen hinweist, theils weil sie erläutert, wie in Krankheitsfällen der Körper bei langem Fasten bestehen kann.

Abstrahiren wir also von den geschlechtlichen Funktionen, so finden wir in den pflanzlichen Verrichtungen 3 Perioden, welche im Leben selbst zwar in einander greifen und verschmelzen, in der Wissenschaft aber nothwendig gesondert werden. Die erste Periode ist gleichsam zur Ernährung des Chylus bestimmt, indem Nahrungsmittel aufgenommen und verdaut werden, damit jener, der organischen Mischung bereits entsprechende, Saft den Lymphgefäßen zufließen könne. Die zweite Periode umfaßt die Ernährung des Blutes, welche darin besteht, daß einerseits Chylus und Lymphe dem Blute zugeführt werden, um es für gewisse Verluste an Masse zu entschädigen, andererseits Stoffe zur Ausscheidung kommen, welche während des Kreislaufs die Blutmischung verderbt haben. Die dritte Periode enthält die Ernährung der Organe selbst, durch den belebenden Zutritt des Blutes.

Erster Abschnitt.

Von den Verdauungsorganen.

§. 243. Die Verdauungsorgane beginnen mit der Mundhöhle, welche die wichtigen Apparate zum Kauen, zum Einspeicheln und zum Schlucken enthält.

Der erwachsene Mensch besitzt 32 Zähne, in jedem Kiefer 16. Unter diesen sind 8 Schneidezähne, 4 Augen- oder Eckzähne und 20 Backzähne. Man unterscheidet an jedem Zahne die aus dem Zahnfleisch hervorragende, mit weißem Schmelz überzogene Krone, und die in den Zahnfächern der Kinnladen festsitzenden, des Schmelzes fast gänzlich entbehrenden Wurzeln. Die Krone jedes Zahnes enthält eine kleine Höhle, und diese ein Säckchen voll gallertartigen Stoffes, den Ueberrest des Keimes, aus welchem der Zahn sich bildete. Die Zahnwurzel enthält einen Kanal, welcher mit der Höhle zusammenhängt, und den Nerven und Blutgefäßen zu dem Zahnsäckchen hindurchzutreten gestattet. Diese feinen Nervenzweige entspringen vom fünften Nervenpaare, welches Aeste zu allen Sinnesorganen schickt, womit zusammenhängen mag, daß heftige Zahnschmerzen besonders leicht die Sinne betäuben. Schneidezähne werden die 4 vordersten Zähne jedes Kiefers genannt; sie haben meißelförmige Kronen und einfache Wurzeln. Die Eckzähne stehen jeder neben dem äußersten Schneidezahne seiner Seite. Ihre Kronen sind einfach zugespitzt, ihre Wurzeln einfach und besonders lang. Die Backzähne sind die hintersten, hinter jedem Eckzahn finden sich beim Erwachsenen 5. Ihre breiten Kronen sind oben abgeflacht und nur mit kleinen, stumpfen Spitzen versehen. Die beiden ersten Backzähne haben nur 2 Spitzen und 1 bis 2 Wurzeln. Die drei hintersten Backzähne haben vier Spitzen und mindestens 2, gewöhnlich 3, bisweilen 4 Wurzeln. Ueber die Zahnsubstanz und das erste Entstehen der Zähne haben wir schon bei den Geweben (§. 21.), über den Zahnwechsel bei den Altersverschiedenheiten der Menschen gehandelt (§. 42—44.)

§. 244. Die Mundhöhle wird nach vorn durch zwei Hautfalten, die Lippen, geschlossen, deren zarte Oberhaut die zahlreichen Blutgefäße durchschimmern läßt. Diese Theile sind als

Saugapparat für die Ernährung eben so wichtig, als durch Modificirung der Stimme für die Sprache. Von der Nasenhöhle wird die Mundhöhle durch den Gaumen geschieden, welcher nach hinten in einen weichen Theil, den Gaumenvorhang, sich fortsetzt. Dieser endigt nach hinten mit einem freien Rande, dessen Mitte das Zäpfchen einnimmt, während jede Seite in einen nach abwärts laufenden Bogen übergeht. Dieser Muskel-Bogen des Gaumens, den man vor dem Spiegel leicht wahrnimmt, verengert die Mundhöhle nach hinten, und scheidet sie von der Rachenhöhle. Der Bogen besteht jederseits aus 2 Falten, einer vordern (arcus glosso-palatinus) und einer hintern (arcus pharyngo-palatinus), welche zwischen sich eine Drüse, die Mandel, haben. Durch besondere Muskeln sind diese Falten in der Art beweglich, daß sie sich gegenseitig nähern, bis die letzte übrigbleibende Oeffnung durch das in der Mitte liegende Zäpfchen verschlossen wird. Durch diesen Mechanismus wird die Nasenhöhle beim Essen und Trinken von der Mundhöhle abgeschlossen.

Die Zunge besteht aus einer fleischigen Masse, welche hinten an einem fast hufeisenförmigen Knochen, dem Zungenbeine (Fig. 32. und 33. 1.), befestigt ist. Durch zahlreiche Muskeln erhält sie die Fähigkeit, zu schlucken, worüber §. 186. zu vergleichen ist.

§. 245. Unter der Zunge liegen 2 Paar zusammengesetzte Drüsen, welche die Bestimmung haben, Speichel abzusondern. Dies sind die beiden Zungendrüsen, nah an der Mittellinie des Körpers, und die Kieferdrüsen, mehr an der Seite und am untern Rande der Kinnlade gelegen. Aus jeder Drüse steigt ein Ausführungsgang nach oben, und öffnet sich unter der Zunge, neben dem Zungenbändchen. Ein drittes Paar Drüsen, Ohrspeicheldrüsen, liegt vor und unter den Ohren, so daß seine Ausführungsgänge nach vorn laufen, um sich an der innern Seite der Backen, nah am dritten Backzahn zu öffnen.

§. 246. Hinter der Mundhöhle, durch den arcus pharyngo-palatinus abgegrenzt, liegt der Rachen, welcher vorn und nach oben in die Nasenhöhle, vorn und nach unten durch die Stimmritze in die Luftröhre, unten und hinten aber in den Schlund übergeht. Hinter und unter dem Rachen, durch keine feste Grenze gesondert, liegt der Schlundkopf, welcher als

die häutige Fortsetzung des Rachens, oder als der ausgedehnte Anfang der Speiseröhre betrachtet werden muß. Mit dem Schlunde beginnt der Kanal, welcher bald enger, bald weiter in vielfachen Windungen durch den Körper sich hinzieht, welcher die Nahrungsmittel aufnimmt und verdauet, den Koth fortleitet und alle die Theile darstellt, welche unter dem Namen der ersten Wege zusammengefaßt werden. Diese Theile folgen vom Schlund bis zum After in folgender Ordnung: Speiseröhre, Magen, Dünndarm, Dickdarm, Mastdarm. Entwickelt man den vielfach gewundenen Kanal, so zeigt er eine Länge, welche die des Rumpfes gegen siebenmal übertrifft. Vergleicht man diese Länge der ersten Wege mit der Ausdehnung derselben bei andern Säugethieren, so findet sich, daß bei den fleischfressenden der Darmkanal verhältnißmäßig kürzer, bei den pflanzenfressenden dagegen verhältnißmäßig länger ist. So ist bei einigen Katzenarten der Darm nur drei Mal, beim Schaf aber sieben und zwanzig Mal länger, als der Rumpf. Die Größe der ersten Wege richtet sich also nach der Beschaffenheit der Nahrungsmittel, und wenn der Mensch in Bezug auf diese Größe zwischen den grasfressenden und fleischfressenden Thieren in der Mitte steht, so scheint dies anzudeuten, daß unser Geschlecht weder für Fleischkost, noch für Pflanzenkost ausschließlich bestimmt ist.

Man unterscheidet in der ganzen Länge des Nahrungskanals mindestens drei häutige Schichten, welche indeß unter einander verwachsen sind und mit dem Messer nur unvollkommen getrennt werden können. Die innerste Haut ist die Schleimhaut, ausgezeichnet durch zahlreiche einfache Drüschen, welche den Schleim absondern, der die innere Oberfläche des Darmes schlüpfrig erhält. Die mittlere Haut wird Gefäßhaut genannt. Sie ist fester, als die vorige, im Uebrigen aber so wenig von ihr unterschieden, daß sie vielleicht nur als eine dichtere Schicht der Schleimhaut selbst betrachtet werden kann. Die dritte und äußerste Haut ist die Muskelhaut. Sie besteht aus dünnen Muskelfasern, welche größtentheils ringförmig den Nahrungsschlauch umgeben und, wenn sie sich zusammenziehen, verengern. Im Innern der Bauchhöhle kommt zu den genannten drei Schichten noch ein häutiger Ueberzug vom Bauchfell, wie unten gezeigt werden wird.

§. 247. Der Schlund ist der engste Theil des Nahrungs-

kanals. Er liegt am Halse hinter der Luftröhre, ein wenig nach links, in der Brusthöhle weit nach hinten, anfänglich zur rechten Seite, dann vor der Aorta (§. 312.), und tritt durch eine besondere Oeffnung des Zwerchfells in die Bauchhöhle. Die Schleimhaut des Schlundes bildet Längenfalten, die Muskelhaut zeigt nicht blos Zirkelfasern, sondern auch Längenfasern.

§. 248. Der Magen ist eine unmittelbare Fortsetzung des Schlundes und kann als eine Erweiterung von diesem betrachtet werden. Seine Gestalt ist die eines länglichen, gekrümmten Sakkes (Tab. IV. Fig. 21. ma.). Er liegt unter dem Zwerchfell in einer Querlage, so daß sein Anfang, welcher Magenmund genannt wird, in der linken Seite, sein Ende, der sogenannte Pförtner, in der rechten Seite der Bauchhöhle befindlich ist. Die konkave Krümmung des Magens, oder die kleine Kurvatur, ist nach oben gerichtet und umfaßt einen Theil der Leber, die konvexe Krümmung, oder die große Kurvatur, liegt nach unten und trägt das Netz. Die Schleimhaut des Magens bildet unregelmäßige Runzeln, und am Pförtner eine kreisförmig nach innen vorspringende Falte, wodurch zwischen Magen und Darm eine feste Grenze hergestellt wird. Im Innern dieser Falte sind ringförmige Muskelfasern angebracht, welche den Pförtner zusammenziehen und dadurch den Magen an seinem Ende verschließen können. Die Muskelhaut ist stark und zeigt Fasern, welche sich in verschiedenen Richtungen kreuzen.

§. 249. Am Dünndarm unterscheidet man drei Abschnitte: den Zwölffingerdarm, den Leerdarm und Krummdarm. Der erstere beginnt am Pförtner und hat die Gestalt einer Schleife. Er liegt unter dem rechten Leberlappen, verläuft anfangs nach hinten, nach rechts und etwas aufwärts, macht dann eine schlingenförmige Umbeugung nach unten und kehrt um, indem er sich wieder nach vorn und links zieht. Die Schleimhaut bildet unregelmäßige Querfalten und in der Biegung nach unten einen kleinen Hügel, auf welchem sich der Gallengang der Leber und der Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse ausmünden.

§. 250. Die Bauchspeicheldrüse ist eine lange, verhältnißmäßig schmale Drüse, welche quer hinter dem Magen liegt. Ihr dickeres Ende wird von dem Anfang der Schleife des Zwölffingerdarms umgeben, ihr dünneres Ende erstreckt sich bis zur Milz, ihre

hintere Seite grenzt an die Aorta und Pfortader (§. 323.). Die Drüse besteht aus vielen größeren Lappen, und diese wieder aus sehr feinen, hohlen Körnchen, den blinden Enden der ausführenden Gefäße. Der Stamm dieser Gefäße mündet sich in den Zwölffingerdarm.

§. 251. Der Leerdarm und Krummdarm unterscheiden sich vom Zwölffingerdarm dadurch, daß die Schleimhaut in ihnen dünne, theils halbmondförmige, theils ringförmige Falten bildet, welche, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll breit, in die Darmhöhle vorspringen. Diese Falten vergrößern die verdauende Fläche und hindern die Speisen, zu schnell durch den Darm hindurch zu gehen. Beide Därme unterscheiden sich vom Zwölffingerdarm auch noch durch die Gegenwart der Darmzotten. Diese haben eine keulenförmige Gestalt, sind nur $\frac{1}{4}$ Linie lang und stehen so dicht, daß der Darm an seiner innern Seite ein sammetartiges Ansehen gewinnt. Diese Zotten sind zur Aufsaugung von Chylus (§. 284.) bestimmt, wie man daraus erkennt, daß sie während der Verdauung von einer weißlichen Flüssigkeit strotzen. Obschon diese Zotten zur Aufsaugung dienen, so sind doch keine Oeffnungen an ihnen bemerklich, und nach dem, was über Endosmose früher bemerkt wurde (§. 52.), scheint auch die Gegenwart solcher nicht nothwendig. Leerdarm und Krummdarm sind durch keine feste Grenze geschieden, doch sind die ringförmigen Falten im Krummdarm seltener und hören gegen das Ende desselben ganz auf. Beide Därme zusammengenommen übertreffen an Länge den ganzen noch übrigen Theil der ersten Wege, und füllen nicht nur die größere Hälfte der Bauchhöhle, sondern auch einen Theil der Beckenhöhle. In den Wandungen des ganzen Dünndarms kommen zahlreiche kleine Drüsen vor, welche im Zwölffingerdarm noch vereinzelt, weiter abwärts von diesem aber in Haufen liegen. Diese Drüsen liegen dem Gekröse gegenüber, an welchem der Darm aufgehangen ist, und sondern wahrscheinlich Säfte ab, welche die Verdauung unterstützen.

§. 252. Am Dickdarm unterscheidet man den Blinddarm und den Grimmdarm. Um sich ein Bild von der Verbindung des Dünndarms mit dem Dickdarm zu machen, stelle man sich vor, daß letzterer mit einem blinden Ende beginnt, und daß der Dünndarm nicht in das blinde Ende, sondern in die Seitenwandung des Dickdarms unter einem Winkel einmündet. Der Dick-

darm bildet also an der Stelle, wo er den Dünndarm aufnimmt, einen blinden-Vorsprung von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge und dieser Vorsprung heißt Blinddarm. Die Schleimhaut des Dünndarms bildet an der Stelle, wo dieser in den Dickdarm einmündet, zwei sich gegenüberliegende vorspringende Falten, welche die Darmhöhle hier dermaßen verengen, daß nur eine spaltenförmige Verbindungsöffnung zwischen den beiden Därmen übrig bleibt. Diese Falten verrichten den Dienst einer Klappe, indem sie dem Koth den Uebergang aus dem Dünndarm in den Dickdarm, nicht aber den Rücktritt aus diesem in jenen gestatten. Der Dickdarm beginnt am rechten Darmbein und steigt in der rechten Seite nach oben bis zur Leber. Dieser Theil heißt der aufsteigende Grimmdarm. An der Leber biegt sich der Darm nach links und läuft unter dem Magen bis zur Milz. Dies ist der quere Grimmdarm, welcher in Fig. 21. daran erkenntlich ist, daß er am untern Saume des abgeschnittenen Netzes (n.) hinläuft. Von der Milz aus wendet sich der Darm nach unten, steigt in der linken Seite der Bauchhöhle abwärts und begiebt sich ins Becken, wo er in den Mastdarm übergeht. Dieser Theil heißt absteigender Grimmdarm. In der Schleimhaut des Dickdarms findet man nur einzelne Drüschen und keine Zotten. Die Muskelhaut hat das Eigenthümliche, daß ihre Längenfasern sich nicht gleichmäßig über den ganzen Darm verbreiten, sondern in drei Bündel zusammengefaßt sind, welche vom Blinddarm bis zum Mastdarm der Länge nach verlaufen und ein bandartiges Ansehen haben. Diese Bänder sind kürzer, als der Dickdarm, und nöthigen daher diesen, sich faltig zusammenzulegen. Durch diese Falten entstehen an der Außenfläche des Dickdarms Einschnitte und in der Höhle desselben Zellen.

§. 253. Der Mastdarm (Fig. 22. m.) bildet eine S-förmige Krümmung, indem er bei seinem Durchtritt durch das Becken den Biegungen des Kreuzbeins folgt. An dieses ist er nach hinten angeheftet. Nach vorn grenzt er an die Harnblase (Fig. 22. hb.) und an die innern Geschlechtstheile, nämlich an die Samenbläschen bei den Männern, und an die Gebärmutter bei den Frauen. An seinem Ausgange, dem After, wird er von einem Ringmuskel (Fig. 22. m'.) umfaßt, welcher den Darm willkührlich schließen und öffnen kann.

§. 254. Die Därme werden durch das Bauchfell, den

größten serösen Sack des menschlichen Körpers, in ihrer Lage erhalten. Es ist nicht wohl möglich, von den anatomischen Einzel-Verhältnissen dieser Haut eine deutliche Vorstellung zu geben, wenn man nicht die Demonstration an Leichen zu machen im Stande ist. Im Allgemeinen aber glauben wir uns verständlich gemacht zu haben, durch das, was von den serösen Säcken an einem andern Orte bemerkt wurde (§. 29.). Das Bauchfell bildet einen geschlossenen Sack, welcher nach innen glatt, nach außen rauh ist.

Die rauhe Seite ist mit den innern Wänden der Bauchhöhle verwachsen, allein da der Sack weit größer, als die ganze Bauchhöhle ist, so überzieht er nicht nur jene Wände, sondern auch die Eingeweide, an welche er wiederum mit der rauhen Seite sich anheftet. Hieraus erhellt, daß der Bauchfellsack Einstülpungen oder Falten bildet, welche in seine eigene Höhle hineinragen. Diese Falten überziehen an den meisten Stellen die Eingeweide in der Art wie ein Handschuh die Hand, daher man beim Aufschneiden des Bauches die Gestalt der Organe sehr wohl erkennt, obschon man sie nicht unmittelbar vor sich hat, sondern nur in die Höhle des Bauchfells hinein sieht. Indessen entsprechen die Falten doch nicht genau den Eingeweiden, welche sie umhüllen. Zuweilen sind sie zu klein, in welchem Falle nothwendig ein Theil des Eingeweides unbedeckt bleibt, oft sind sie zu groß, und dann berühren sich die Wandungen der leergebliebenen Falten und verwachsen. So entstehen die Bänder, an welchen die Eingeweide aufgehangen sind und nicht minder die Netze und Gekröse. Die Netze sind nämlich Falten der Bauchhaut, in deren Eingange Magen, Leber und Milz liegen, die aber, zu groß um von jenen Eingeweiden erfüllt zu werden, sich nach unten fortsetzen und wie Vorhänge vor den Gedärmen herabhängen. Die Gekröse endlich sind Falten, in welche die Därme eingeschlagen sind. Auch sie sind größer als die eingeschlagenen Organe, und da hier die Därme in den Tiefen der Falten liegen, so berühren sich die Wände derselben am Eingange, verwachsen und bilden ein scheinbar einfaches Band, an welchem die Därme hängen.

Der Bauchfellsack dringt bis in die Beckenhöhle hinab (Fig. 22. 3. 3. 3.), und überzieht theilweise die dort liegenden Organe, den Mastdarm, die Harnblase und, beim weiblichen Geschlechte, Gebärmutter und Eierstöcke. Andererseits läßt das Bauchfell selbst in der

Bauchhöhle einige Organe unbekleidet, namentlich die erste Schlinge des Darmes (den Zwölffingerdarm) und die Nieren. Diese Theile liegen also hinter dem Bauchfellsacke.

Zweiter Abschnitt.

Von den Nahrungsmitteln und der Verdauung derselben.

§. 255. Der Hunger erinnert uns, daß der Körper Nahrung bedarf, und ist ein Gefühl, welches nach neuern Versuchen von der Lebensthätigkeit der herumschweifenden Nerven (§. 116.) abzuhängen scheint. Werden Hunger und Durst nicht befriedigt, so entstehen Schmerzen im Magen, Brennen in den Luftwegen, Mattigkeit, Fieber, fauliger Athem und endlich folgt der qualvollste Tod. Unverkennbar sind beim Hungertode die Zeichen von Säfteverderbniß, wodurch die früher aufgestellte Behauptung gerechtfertigt wird, daß die genossenen Nahrungsmittel zu einem Stoffwechsel im Körper und namentlich zum Ersatz solcher Theile dienen, welche bei der Thätigkeit der Lebensverrichtungen verändert und verderbt wurden.

Das Nahrungsbedürfniß spricht sich in verschiedenen Personen verschieden aus. Das männliche Geschlecht bedarf mehr als das weibliche, die arbeitende Klasse mehr als die höhern Stände, die Bewohner gemäßigter Klimate bedürfen mehr als die der heißen, und Kinder essen zwar nicht so viel, aber häufiger als Erwachsene. Schwer zu entscheiden möchte sein, ob das verschiedene Nahrungsbedürfniß bei benachbarten Volksstämmen, wie denn der Deutsche ungleich stärker ißt, als der Franzose, auf Konstitutionsverschiedenheiten oder Angewöhnung zu schlagen ist. Unleugbar ist, daß Gewöhnung sehr viel thut, und unter den wohlhabenden Ständen essen die Meisten mehr als sie brauchen. Außerordentlich verändert wird das Nahrungsbedürfniß durch Krankheit. Nicht selten wird bei starkem Fieber 8 und 14 Tage lang gar nichts genossen, ohne daß nur das Gefühl von Hunger entstände, und in manchen chronischen Krankheiten reichen wenige Bissen täglich hin, den Körper Monate lang zu erhalten. In solchen Fällen geht etwas Aehnliches im Kör-

per vor, als beim Winterschlaf der Thiere, welche ¼ Jahr und länger gar keine Nahrung zu sich nehmen. Eines Theils gehen die meisten Lebensfunktionen langsamer vor sich, und es wird weniger konsumirt, anderen Theils werden die verloren gegangenen unentbehrlichen Theile durch andre entbehrliche des Körpers selbst (namentlich durch Fett) ersetzt, daher Abmagerung eintritt. Was aber das umgekehrte Verhältniß anlangt, wo Menschen außerordentliche Massen von Nahrungsmitteln konsumiren, so beruht dies, bisweilen wenigstens, auf nachweislichen Fehlern der Organisation. Der in Sachsen berüchtigte Freß-Kale, der, um seinen Heißhunger zu stillen, neben unglaublichen Quantitäten von Speise noch Steine verschlang, hatte einen enorm großen, außerordentlich fleischigen, mit Haaren ausgekleideten Magen. Ein gesunder Mensch kann 5—8 Tage ohne Nahrungsmittel leben, und, wenn es ihm gestattet ist, zu trinken, gegen 14 Tage.

§. 256. Unorganische Stoffe nähren den Menschen so wenig, als irgend ein Thier, dagegen ist animalische und vegetabilische Kost für ihn gleich passend. Vergleicht man die Zähne und übrigen Verdauungsorgane des Menschen mit denen der Thiere, so findet sich eine Einrichtung, welche zwischen dem Bau der Fleischfresser und Grasfresser in der Mitte steht. Gewiß giebt es kein Geschöpf, welches so verschiedenartige Stoffe genießen könnte, als der Mensch, womit seine Fähigkeit, die ganze Erde zu bewohnen, zusammenhängt. Das Fleisch fast aller Knochenthiere scheint nach Rudolphi an sich unschädlich, obschon die Nahrung, welche die Thiere zu sich genommen hatten, oder Krankheiten ihren Genuß nachtheilig machen können. Auch sehr viele Pflanzen bieten uns geeignete Nahrungsmittel. Das Nährende in den Speisen bildet oft nur den kleinern Theil ihrer Substanz. In den Pflanzen ist es: der Kleber, das Stärkemehl, der Zucker, das Pflanzeneiweiß, der Schleim und das Oel, im Fleisch die Gallert, der Faserstoff, das Fett, der Käsestoff und vor allen das Eiweiß, welche die Ernährung besorgen.

§. 257. Fleischkost ist im Allgemeinen nährender, als Pflanzenkost. Dies liegt zum Theil daran, daß die obenerwähnten nährenden Stoffe im Fleische verhältnißmäßig in größerer Menge vorhanden sind, als in den Pflanzen. Ueberdies ist die Fleischkost unserm Körper dem Stoff nach die verwandtere und es

bedarf daher eines geringern Kraftaufwandes, Fleisch unserm Körper einzuverleiben (assimiliren), als Pflanzenstoffe. Für die Richtigkeit dieser Ansicht sprechen zahlreiche vergleichend-anatomische Beobachtungen, denn bei den uns näher stehenden Thierklassen sind die Verdauungswerkzeuge der Pflanzenfresser mit größeren Hülfsmitteln ausgestattet, als die der Fleischfresser. Ihr Magen nämlich ist größer und häufig vervielfältigt, ihr Darm ist länger und weiter, die Drüsen, welche die Verdauung unterstützen, sind entwickelter.

§. 258. Da die Nahrungsmittel bestimmt sind, die verloren gegangenen Stoffe unsers Organismus zu ersetzen, und da unser Körper aus sehr vielen Elementen zusammengesetzt ist, so darf man schließen, daß sehr einfach zusammengesetzte Nahrungsmittel auf die Dauer nicht genügen. Die Erfahrung bestätigt diesen Schluß. Wenn man ein Thier mit einem gesunden, aber nur wenige Elemente enthaltenden Nahrungsstoffe allein und ausschließlich füttert, so stirbt es binnen wenigen Wochen, und ein Naturforscher wurde das Opfer des Versuchs, sich allein mit Zucker zu nähren. Im Zucker und in den meisten Pflanzenstoffen fehlt aber der Stickstoff, welcher einen Hauptbestandtheil der thierischen Mischung ausmacht, welcher in der Galle und im Urin sehr reichlich ausgeleert wird, und also ersetzt werden muß. Das körperliche Elend der niedern Klassen rührt also zum Theil wohl daher, daß sie auf eine kleine Anzahl von Nahrungsmitteln beschränkt sind. Die ausschließliche Benutzung eines einzigen Nahrungsmittels kann nur dann ohne Nachtheil ertragen werden, wenn es aus vielen Stoffen zusammengesetzt ist, wie die Milch. Interessant ist die Erfahrung von Magendie, daß Schwarzbrod, nicht aber Weißbrod von Hunden als alleinige Nahrung vertragen wird.

§. 259. Direkt nachtheilig ist der Genuß von Giften. Bei denen, welche langsam wirken, könnte man annehmen, daß sie durch den Proceß der Ernährung, ohne vorher die nöthige Assimilation erfahren zu haben, mit der Masse unsers Organismus in Verbindung gesetzt werden. Würden die Gifte nicht assimilirt, d. h. würden sie nicht in organische Masse umgewandelt, so würden sie, als todte Stoffe, unfähig sein die lebendigen Theilchen zu vertreten, an deren Stelle sie kommen. Auf diese Weise könnte allerdings das organische Triebwerk ins Stocken gerathen, nur bliebe auffallend, daß manche

Gifte in so überaus kleiner Quantität, wie Arsenik zu ½ Grau, tödten können. Bei den plötzlich tödtenden Giften kann die eintretende Zerstörung nicht von der Ernährung ausgehen, sondern scheint auf einer plötzlichen Zersetzung des Blutes zu beruhen.

§. 260. Bei dem Menschen beginnt die Verdauung mit dem Kauen der Speise, wodurch die zerkleinerten Stoffe in vollkommnere Berührung mit den verdauenden Säften kommen und leichter aufgelöst werden. Die Auflösung beginnt aber mit dem Zufluß des Speichels, welchen die Zungen-, die Kiefer- und die Ohrspeicheldrüsen absondern und welcher beim Kauen mit den Nahrungsmitteln innig vermischt wird.

Der Speichel ist eine milde, im gesunden Zustande weder sauer noch alkalisch wirkende, Flüssigkeit, welche auf hundert Theile 1 bis 2 pr. Ct. eigenthümlichen Speichelstoff und mehrere Salze enthält, im Uebrigen aber aus Wasser besteht. Die Einspeichelung erleichtert das Schlucken, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man bei trocknem Munde versucht, eine trockne Speise zu verschlucken. Der Bissen geht dann mit Schwierigkeit über den Kehldeckel und behindert das Athmen auf sehr unangenehme Weise. Ungewiß ist dagegen, ob der Speichel eine verdauende Kraft ausübt. Man hat großes Gewicht darauf gelegt, daß der Speichel der giftigen Schlangen eine zersetzende Wirkung auf die gebissenen Thiere ausübt, und daß nach den Erfahrungen einiger Physiker auch im menschlichen Speichel ein giftiger Stoff, die schwefelhaltige Blausäure, vorkommen soll. Es ist an sich nicht unwahrscheinlich, daß eine Flüssigkeit von ziemlich zusammengesetzter Mischung, wie der Speichel, noch andere Zwecke hat, als den, die Speisen schlüpfrig zu machen. Daß indeß die verdauende Kraft des Speichels an sich überaus gering ist, lehrt die einfache Beobachtung, daß Speisen, welche in Zahnlücken gerathen, nicht verdaut werden, sondern in Fäulniß übergehen.

Nach Haller's Schätzung wird bei einem gesunden Menschen binnen 24 Stunden ungefähr 1 Pfund, nach Mitscherlich 1⅓ Pfund Speichel abgesondert. Solche Schätzungen sind indeß um soweniger zuverlässig, als die Absonderung des Speichels von sehr verschiedenen Umständen abhängt. Sie nimmt zu bei vielem Sprechen, beim Kauen, besonders reizender Speisen, und selbst die Phantasie ist von Einfluß, indem die bloße Vorstellung wohlschmeckender Speisen

bei dem Hungrigen, und Ekel erregender Gegenstände bei fast allen Menschen den Speichelfluß vermehren kann. Merkwürdig ist, daß man bei Anwendung geeigneter Reize in kurzer Zeit so sehr viel Speichel ausleeren kann, unstreitig weit mehr, als fertig in den Drüsen vorhanden ist. Dies deutet an, daß der Speichel überaus schnell und fast plötzlich aus dem Blute ausgeschieden werden kann.

§. 261. Der Bissen wird durch willkührlichen Druck der Zunge gegen den Gaumen bis in den Rachen gebracht. Von hier aus geschieht die Bewegung des Bissens auch ohne Mitwirkung des Willens, indem man zwar willkührlich schlucken, aber nicht willkührlich das Schlucken verhindern kann. Ist nämlich der Bissen bis hinter den vordern Muskelbogen des Gaumens (§. 245.) gelangt, so übt er einen Reiz aus, welcher dem Rückenmark übergeben wird, und, nach dem Gesetz der Reflexbewegungen (§. 142.), eine schluckende Bewegung im Schlunde auch ohne Mitwirkung des Gehirns zur Folge hat. Die Wurzel der Zunge drückt jetzt auf den Kehldeckel und schließt dadurch die Stimmritze, der vordere Muskelbogen des Gaumens verengt sich und treibt dadurch den Bissen nach hinten und unten, und der hintere Muskelbogen bildet durch Zusammenziehung eine geschlossene Wand nach hinten und oben, wodurch der Uebergang des Bissens in die Nasenhöhle verhindert wird (vergl. §. 245.). Ist der Bissen durch den Schlund bis in die Speiseröhre gelangt, so verengert sich diese unwillkührlich von oben nach unten, und treibt, indem sie sich stets über dem Bissen zusammenschnürt, diesen in den Magen.

Die saugenden Bewegungen der Neugeborenen sind instinktmäßig, und wenn, nach der Angabe mehrerer Beobachter, auch hirnlose Mißgeburten an der Brust sogen, so würde dieser Instinkt ganz unabhängig vom Gehirn sein. Dies verdient alle Aufmerksamkeit. Denn obschon nach dem Vorhergehenden die Bewegungen des Schlundes und der Speiseröhre allerdings nur vom Rückenmark abhängen, so ist doch bei den Bewegungen der Lippen und der Zunge eine Unabhängigkeit vom Gehirn wider alle Erwartung.

§. 262. Im Magen werden die Speisen in einen halbflüssigen Brei, den Chymus, verwandelt. Die Kräfte, welche hierbei ins Spiel kommen, sind: die Bewegungen des Magens, der Magensaft und die Wärme.

Die Bewegungen des Magens sind bei einigen Thieren, besonders bei den körnerfressenden Vögeln, so kräftig, daß sie die Nahrungsmittel zerkleinern, bei dem Menschen findet dies nicht statt und braucht auch nicht statt zu finden, da die Zerstückelung der Speisen schon durch die Zähne vermittelt wird. Bei ihm haben die Bewegungen des Magens nur den Zweck, die Speisen umzurühren und alles Genossene mit den verdauenden Theilen in Berührung zu bringen, ferner den Chymus, wenn er fertig ist, in die Därme überzutreiben. Die Bewegungen bestehen in einer Verengerung des Magens, welche an dem Magenmunde beginnt und zum Pförtner fortschreitet, dann aber umkehrt und sich vom Pförtner rückwärts bis zum Magenmunde verbreitet. Die Speisen erhalten durch diese Kontraktionen des Magens eine drehende Bewegung, und werden an der untern Wand desselben von links nach rechts, und an der obern rückwärts von rechts nach links getrieben. Die bekannte Erfahrung, daß verschluckte Beeren nicht selten unverändert beim Stuhlgang entleert werden, beweist schon, daß die Bewegungen unsers Magens gelinder Art sein müssen. Beobachtungen an Verwundeten haben dies bestätigt.

Wenn der Speisebrei in die Därme gebracht werden soll, so öffnet sich der Pförtner, der Magenmund bleibt geschlossen und der Magen verengert sich von links nach rechts. Das umgekehrte Verhältniß findet beim Erbrechen statt. Nicht nur der Magen, sondern zuweilen auch ein Theil der Därme macht statt der gewöhnlichen oder peristaltischen Bewegung die verkehrte oder antiperistaltische, und treibt dadurch den Speisebrei nach dem Schlunde. Diese antiperistaltischen Bewegungen des Magens beim Erbrechen sind durch Beobachtung erwiesen, aber eben so erwiesen ist es, daß nicht diese, sondern die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells die wichtigere Rolle beim Brechen spielen. Indem diese Muskeln sich zusammenziehen, verengern sie die Bauchhöhle, drükken den Magen zusammen und zwingen die Speisen, durch den offnen Magenmund nach oben zu entweichen.

§. 263. Unter den verdauenden Kräften ist die des Magensaftes die wichtigste. Die Zweifel, welche man bis vor Kurzem über die Natur des Magensaftes hegte, sind durch die Beobachtungen eines Amerikanischen Arztes vollständig beseitigt worden. Beaumont hatte Gelegenheit, einen Mann zu beobachten, dessen

Magen in Folge einer Schußwunde eine Oeffnung nach außen behalten hatte. Diese Oeffnung war groß genug, um Speisebrei mit einem Löffel aus dem Magen zu nehmen, einen Thermometer einzubringen, und überhaupt hinreichend, um in dem Innern des Magens zahlreiche Versuche anzustellen, welche das Verdauungsgeschäft aufklären konnten. Nach diesen Beobachtungen findet sich außer der Zeit der Verdauung im Magen keine Flüssigkeit, doch sind die Magenwände feucht und diese Feuchtigkeit verhält sich, nach dem Ausdruck der Chemiker, neutral, d. h. sie wirkt weder als Säure, noch als Alkali. Erst wenn der Magen durch Speisen, oder auch auf mechanischem Wege (ein Umstand von besonderer Wichtigkeit) gereizt wird, sammelt sich eine sauer wirkende Flüssigkeit, der Magensaft. Dieser verdaut auch außerhalb des Magens Nahrungsstoffe, aber schnell und vollständig nur dann, wenn er durch eine Temperatur unterstützt wird, welche der Wärme unsers Körpers nicht nachsteht. Die Speisen werden im Magensaft binnen wenigen Stunden aufgelöst, es entstehen dabei keine übeln Gerüche und es kann demnach von Zersetzung durch Fäulniß nicht die Rede sein. Im Gegentheil verliert verdorbenes Fleisch im Magensaft seinen fauligen Geruch. Der Magensaft, welcher in Beaumont's Versuchen durch mechanische Reizung des leeren Magens ganz rein gewonnen wurde, erschien als eine klare, geruchlose Flüssigkeit von etwas salzigem und merklich sauerem Geschmack, sie faulte sehr schwer und enthielt, zufolge der chemischen Untersuchung, Essigsäure, Salzsäure, phosphorsaure und salzsaure Salze aus den Basen von Kali, Natron, Kalk und Magnesia, vielleicht auch eine geringe Menge von freier Schwefelsäure und Phosphorsäure. Dieser Saft scheint aus kleinen, weißlichen, erhabenen Punkten der innern Magenwand ausgeschieden zu werden.

§. 264. Nach Beaumont's Erfahrungen nimmt die Wärme während der Verdauung im Magen nicht zu, sondern ist gleichmäßig 30° Reaumür. In günstigen Fällen war die Verdauung schon nach einer Stunde vollendet, in ungünstigen erst nach sechs Stunden. Ein Frühstück, welches aus Kaffee, Pfannkuchen und hart gekochten Eiern bestanden hatte, war in $2\frac{1}{2}$ Stunden schon vollständig aufgelöst. Wenn ein Stückchen Rindfleisch mit Magensaft in ein Gläschen gebracht und bei einer Wärme von 30° R.

(gleich der Körperwärme) digerirt wurde, so zeigten sich nach 40 Minuten Veränderungen im Fleische, nach zwei Stunden war schon das Zellgewebe zerstört und die Fasern verloren den Zusammenhang, nach sechs Stunden waren nur noch wenig Fasern übrig. Kaffee verlor, wenn er mit Magensaft digerirt wurde, binnen achtzehn Stunden seinen eigenthümlichen Geruch nicht, überhaupt schienen mehrere Getränke nicht verdaut zu werden, sondern unverändert in die Säftemasse überzugehen.

§. 265. Tiedemann und Gmelin haben versucht, die verdauende Kraft des Magens auf die chemischen Wirkungen unorganischer Naturkörper zurückzuführen. Sie hielten die Säuren des Magensaftes für die zersetzenden Stoffe. In der That gelang es ihnen, durch Essigsäure und Salzsäure verschiedene Nahrungsmittel in einem gewissen Grade aufzulösen, indeß kann dieser Erfolg die Ansicht jener verdienten Naturforscher keineswegs beweisen. Denn erstens muß man, um die gewöhnlichen Nahrungsstoffe aufzulösen, die Säuren in ungleich koncentrirterem Zustand benutzen, als sie im Chymus vorkommen, ferner bedarf es mehrerer Tage, oft selbst mehrerer Wochen, um Substanzen, wie hart gekochtes Eiweiß, aufzulösen, während der Magensaft dies in wenigen Stunden bewerkstelligt, endlich ist die Auflösung, welche man erhält, nicht immer dem Chymus ähnlich.

§. 266. Erst neuerlichst wurde die Theorie der Verdauung durch die Beobachtungen von Eberle wesentlich gefördert. Er fand, daß das verdauende Princip in den Schleimhäuten des Körpers enthalten ist, und in Wirksamkeit tritt, wenn es mit geringen Quantitäten von Säure in Verbindung kommt. Wenn man die Schleimhaut eines Magens rein auswäscht und in einer Flüssigkeit, welche aus 9 Theilen Wasser und 1 Theil Salzsäure besteht, in einer Wärme von 30° R. einige Tage digerirt, so erhält man mittelst Durchseihung eine klare Flüssigkeit, welche in hohem Grade verdauende Kraft besitzt. Selbst hart gekochtes Eiweiß wird in dieser Flüssigkeit binnen wenig Stunden angegriffen und binnen zwölf Stunden gänzlich aufgelöst. Das Wichtigste aber ist, daß bei dieser Auflösung das Eiweiß eine organische Umbildung erleidet und in Speichelstoff und Osmazom verwandelt wird, welche in den Organen vorkommen und also auch durch den Ernährungsproceß für die Organe bereitet werden müssen.

§. 267. Ist der Speisebrei im Dünndarm angelangt, so wirken auf ihn die Säfte verschiedener absondernder Organe, namentlich die Galle und der Saft der Bauchspeicheldrüse. Die menschliche Galle besteht ungefähr zu $\frac{9}{10}$ aus Wasser und enthält Gallenfett, Harz, Pikromel, Oelsäure, Schleim und mehrere in Wasser lösliche Salze und Alkalien. Unter den letztern zeichnet sich freies Natron aus, durch welches die Galle eine alkalische Wirkung erhält. Der Einfluß der Galle auf das Verdauungsgeschäft scheint in Folgendem zu bestehen:

1) Sie neutralisirt die Säure des Speisebreis, obschon wahrscheinlich nur theilweise. Ihre alkalinische Wirksamkeit ist nämlich so gering, daß ganz unverhältnißmäßige Massen Galle abgesondert werden müßten, wenn die im Dünndarm eintretende Entsäuerung des Chymus von ihr allein bewerkstelligt werden sollte. So müßten nach Schulz bei einem Ochsen täglich 24 Pfund Galle abgesondert werden, was höchst unwahrscheinlich ist.

2) Verhindert künstliche Unterbindung der Gallenblase den Eintritt der Galle in den Darm, so sind die Exkremente unnatürlich trocken. Man sieht aus diesen und ähnlichen Beobachtungen, daß die Galle den Darm zur Absonderung jener eigenthümlichen Säfte anreizt, welche zur Verdauung der Nahrungsmittel mitwirken.

3) Die Galle reizt den Darm zu peristaltischen Bewegungen, welche den Speisebrei beständig umrühren und die überflüssigen Exkremente fortschaffen. Zu wenig Galle bewirkt trägen Stuhl, zu viel Galle Durchfall.

4) Scheint die chemische Untersuchung der Exkremente sowohl, als die reichliche Gallenabsonderung, welche eintritt, wenn man Thiere mit stickstofffreien Substanzen füttert, zu beweisen, daß die Galle ihre stickstoffhaltigen Substanzen an die aufzusaugenden Nahrungsstoffe abgiebt und hiermit die Assimilirung derselben befördert. Uebrigens färbt die Galle den abgehenden Koth.

Die früher herrschende Ansicht, daß die Galle eine Fällung im Speisebrei bewerkstellige und verursache, daß der aufzusaugende Nahrungsstoff (Chylus) sich von den Exkrementen scheide, beruhten auf mangelhaften Beobachtungen. Die weißlichen Flocken, welche im Chymus des Dünndarms bemerklich sind und welche man für einen Niederschlag gedachter Art gehalten hatte, fanden sich auch bei Hunden, denen man den Gallengang unterbunden

hatte. Die Thiere lebten nach der Operation bisweilen noch lange, woraus erhellt, daß die Bildung des Chylus nicht unmittelbar von der Einwirkung der Galle auf den Speisebrei abhängen kann. Die Hauptsache aber ist, daß bei so operirten Thieren der Milchbrustgang (§. 279.). einen wahren Chylus enthält.

Wie groß der Einfluß der Galle auf die Verdauung sei, beweisen auch die mancherlei Krankheiten der Leber, bei welchen die Verdauung immer mehr oder weniger gestört ist. Dies gilt namentlich von der Gelbsucht, wo die Galle, statt von der Leber, von den Häuten ausgeschieden wird und folglich nicht in den Darm kommt. Endlich wird Thiergalle bei Verdauungsbeschwerden oft mit Nutzen angewendet.

§. 268. An derselben Stelle, wo die Galle eintritt, kommt auch der Saft der Bauchspeicheldrüse in den Dünndarm. Er wirkt in sehr geringem Grade sauer, und scheint bestimmt, zur Assimilirung der Nahrungsmittel beizutragen. Wenigstens nehmen die ihm eigenthümlichen Stoffe weiter nach unten im Dünndarm an Menge ab, so wie bei den Thieren, welche schwer verdauliche Substanzen (Pflanzenstoffe) genießen, obige Drüse größer ist, als bei den Fleischfressern.

§. 269. Theils durch die genannten Säfte, theils durch das Produkt der kleinen Drüsen, und selbst durch den ausgeschiedenen Saft der Wände des Dünndarms werden die Nahrungsmittel, welche etwa unvollkommen aufgelöst aus dem Magen treten, vollends assimilirt. Wahrscheinlich wirkt der Darmsaft sehr ähnlich wie der Magensaft, wahrscheinlich wird er in sehr beträchtlicher Menge ergossen, wie die zahllosen Blutgefäße des Darms (welche schwerlich blos zur Ernährung des Speisekanals dienen) schließen lassen, doch läßt sich weder Quantität noch Qualität desselben mit Sicherheit bestimmen. Nach Eberle scheint der Saft der Bauchspeicheldrüse Theil an der Eiweißbildung zu haben und Leim in eine dem Speichelstoff ähnliche Materie zu verwandeln. Je weiter der Speisebrei im Dünndarm fortrückt, desto gelber wird er, vom Zutritt der Galle aber auch desto dicker, in Folge der Auffaugung von Chylus. Demnach nimmt der Dünndarm am Verdauungsgeschäft thätigen Antheil, und hiermit im Einklang ist die Erfahrung, daß er bei den Thieren, welche schwer verdauliche Stoffe verzehren, eine vorzugsweise Länge erreicht.

§. 270. Im Dünndarm wird das Verdauungsgeschäft noch nicht geschlossen. In ihm wirkt der Speisebrei weder sauer, noch alkalisch, im Blinddarm wirkt er wieder sauer, wie im Magen. Mag dies nun von einem sauern Blinddarmsafte, oder von einer Art Gährung des Speisebreis abhängen, jedenfalls ergiebt sich hieraus ein wiederholter Verdauungsproceß. Daß dieser stattfinden solle, beweist auch die Erfahrung, daß die Größe des Blinddarms der Thiere mit der Verdaulichkeit der Nahrungsmittel in umgekehrtem Verhältniß steht. Im Blinddarm beginnt die Kothbildung, im Dickdarm wird sie fortgesetzt, und der Mastdarm entfernt endlich die unbrauchbaren Reste.

Ueber die Zeit, in welcher die Speisen den Gang durch den Körper vollenden, läßt sich nichts Allgemeines sagen, da nicht nur ihre Verdaulichkeit, sondern auch Alter und Gesundheitszustand darauf Einfluß haben. Es scheint aber, als wenn verdaubare, jedoch schwer verdauliche Stoffe länger im Magen liegen blieben, als gänzlich unverdauliche.

§. 271. Der ausgeworfene Koth ist in Bezug auf Farbe und Konsistenz sehr verschieden. Hier verdient nur bemerkt zu werden, daß grüne Farbe auf übermäßige Gallenabsonderung, weiße Farbe auf mangelhafte, große Flüssigkeit der Ausleerungen aber auf eine Ausscheidung von Darmsäften schließen läßt, welche in diesem Uebermaße leicht schwächt, während sie innerhalb der rechten Grenze zur Verdauung unentbehrlich ist.

§. 272. Wichtig ist die Frage, wie weit die Verdauung im Darmkanal zu Stande komme. Zuvörderst ist der specifische Unterschied interessant, der sich in verschiedenen Thiergattungen zeigt, deren eine verdaut was der andern unverdaulich ist. Ziegen verdauen den Schierling ohne Nachtheil. Der Mensch verdaut Knochen sehr schlecht, Gemüse aber leicht, und viele Fleischfresser verdauen Knochen mit Leichtigkeit, aber selbst zarte Gemüse gar nicht. Hat man angemessene Nahrungsmittel genossen, so finden sie sich bereits im Dünndarm so weit zersetzt, daß ihre frühere Beschaffenheit nicht mehr zu erkennen ist. Sie bilden eine dicke, weiße Flüssigkeit. Vielleicht werden die Nahrungsmittel bis auf ihre Elemente zersetzt, aus welchen unter dem Einfluß organischer Kräfte wieder organischer, dem verdauenden Thiere entsprechender Stoff gebildet wird. Wenigstens in Bezug auf die Gase hat

Magendie nachgewiesen, daß mehrere, nämlich Wasserstoffgas, Stickgas, kohlensaures Gas, Schwefelwasserstoffgas, im Darm gesunder Menschen sich vorfinden.

§. 273. Wenn ferner Blutbildung der nächste Zweck der Verdauung ist, so fragt es sich, wie weit schon im Darme dieser Zweck vorbereitet wird. Allerdings findet sich bereits im Speisebrei des Magens Eiweiß, im Dünndarm sogar Blutroth und Faserstoff, also die nächsten Bestandtheile des Blutes. Indeß darf man diese Theile nicht unbedingt für Produkte der Verdauung halten. Eiweißstoff fand sich auch im Magensaft von Pferden, welche nur Kieselsteine verschlungen hatten, und war also in diesem Falle gewiß in Folge einer Ausschwitzung da. Im Bauchspeichelsaft ist Eiweiß enthalten, so daß es schon deshalb im Dünndarme sich finden muß. Andererseits muß allerdings Eiweiß aus den genossenen Nahrungsmitteln durch die Verdauung ausgeschieden werden, da sich seine Menge nach der Beschaffenheit des Genossenen richtet. Anders verhält es sich mit dem Blutroth und dem Faserstoffe. Daß diese nicht Produkte der Verdauung sind, sieht man daraus, daß gerade nach Fasten ihre Menge am größten ist. Zudem finden sie sich nicht im Anfang der auffaugenden Gefäße, welche den Chylus, der im Darm gebildet wurde, fortführen, sie entstehen erst innerhalb dieser, wenn sie durch die Gekrösdrüsen bereits durchgetreten sind. Blutroth und Faserstoff können also nur in Folge von Absonderungen im Darme vorkommen.

§. 274. Der Antheil des Nervensystems am Verdauungsgeschäfte wird im Allgemeinen schon durch den Einfluß der Affekte und Leidenschaften nachgewiesen. Man hat sich Mühe gegeben, noch genauer zu ermitteln, sowohl welche Nerven bei der Verdauung betheiligt sind, ob nämlich die herumschweifenden oder die Ganglliennerven, als auch welche Klasse von Verdauungsfunktionen des Nervensystems bedürfe, ob die bewegenden oder die zersetzenden Kräfte. Es ist schwierig, die verschiedenen Angaben über diese Punkte zur Einheit zu bringen, doch dürfte Folgendes der Wahrheit nahe kommen. Nach Durchschneidung der herumschweifenden Nerven haben viele Beobachter die peristaltischen Bewegungen des Magens und der Därme fortdauern sehen, und diese können also nur vom Ganglliensystem geregelt werden, selbst wenn die herumschweifenden Nerven unter Umständen Be-

wegungen im Magen hervorzubringen vermöchten, wie einige Beobachter behaupten. Galvanische Reizung des halbmondförmigen Ganglion (§. 124.) bringt vermehrte peristaltische Bewegungen der Därme hervor und regt sie in getödteten Thieren wieder auf, wenn sie schon aufgehört haben. Durchschneidet man bei einem Thiere, kurz nachdem es gefüttert worden, die herumschweifenden Nerven, so wird das Futter oft gar nicht, gewöhnlich sehr unvollständig, in seltenen Fällen ziemlich regelmäßig verdaut. Dies scheint anzudeuten, daß die auflösende Kraft des Magens vom Einfluß der herumschweifenden Nerven abhängt, indem ohne diese wahrscheinlich kein Magensaft abgesondert wird. Die seltenen Fälle, wo nach Durchschneidung gedachter Nerven Verdauung stattfand, beruhen vielleicht darauf, daß noch Magensaft aus der Zeit vor der Operation vorhanden war. Vom zehnten Paare scheint auch das Gefühl des Hungers und Durstes abzuhängen. Kaninchen, denen man die herumschweifenden Nerven durchschnitten hatte, liefen nicht nach Nahrung, obschon die Zeit eingetreten war, wo sie hungern mußten; legte man aber Kohl unmittelbar vor sie hin, so fraßen sie über Sättigung, so lange bis nicht nur der Magen, sondern selbst der Schlund mit Speisen angefüllt war. In den Magen gebrachte Gifte wirken nach Durchschneidung der erwähnten Nerven ungleich langsamer und schwächer.

§. 275. Mehrere Physiologen haben zu finden geglaubt, daß man dem nachtheiligen Einflusse, welchen die Zerschneidung des zehnten Nervenpaares auf die Verdauung ausübt, dadurch vorbeugen könne, daß man die durchschnittenen Nerven in eine leitende Verbindung bringe und einen elektrischen Strom hindurchleite. Dieser Versuch, dessen Richtigkeit übrigens von ausgezeichneten Beobachtern geleugnet wird, darf auf keinen Fall zu dem Schlusse verleiten, daß die herumschweifenden Nerven auch im unversehrten Zustande vermittelst elektrischer Kräfte auf den Magen wirken. Die Elektricität ist ein Reiz, welcher die Absonderung von Magensaft begünstigen kann, weil diese Absonderung, wie jede andere Lebensthätigkeit, in Folge von Anregung sich steigert. So bewegt sich ein Muskel, dessen Nerven mechanisch verletzt werden, obschon eine derartige Verletzung nicht das normale Erregungsmittel der Muskelbewegung ist.

Dritter Abschnitt.

Von dem Baue der Saugadern.

§. 276. Die Saugadern oder Lymphgefäße sind dünne Kanäle, welche eine durchsichtige Flüssigkeit, die Lymphe, den Blutadern zuführen. Sie entspringen zahllos fast an allen Stellen des Körpers, vereinigen sich, wie Bäche zu Flüssen und Flüsse zu Strömen, so daß die Zahl der ursprünglichen Kanälchen sich immer mehr reducirt, bis endlich nur zwei Kanäle übrig bleiben, welche am Halse liegen und hier mit den Venen (§. 279.) in Verbindung treten.

§. 277. Die Wanduugen der Lymphgefäße sind durchsichtig, überaus dünn und scheinen aus zwei Häuten zu bestehen. Die innere Haut ist eine Fortsetzung der innern Gefäßhaut des Venensystems, als dessen Anhang die Lymphgefäße betrachtet werden können. Diese Haut bildet Falten, welche in das Innere der Gefäßhöhle vorspringen und welche dem Ansehen nach einigermaßen mit Kutschentaschen verglichen werden können. Aehnliche Taschen finden sich im Innern der Blutadern und sind Tab. VI. Fig. 29. a. von uns dargestellt worden. Die offene Seite dieser Taschen oder Klappen, wie sie genannt werden, ist dem Ausgange der Kanäle zugewendet. Immer liegen zwei Klappen beisammen, eine der andern gegenüber. Durch diese Einrichtung wird das Zurücktreten der Lymphe gehindert, welche nur nach dem Venensystem zuwärts fließen kann. Sobald nämlich Lymphe, sei es in Folge ihrer eignen Schwere, oder weil das Lymphgefäß von außen gedrückt wird, nach rückwärts zu fließen beginnt, so wird sie von den offenen Taschen aufgefangen, diese schwellen an und legen sich so innig gegen einander, daß die Höhle des Gefäßes geschlossen wird. Es bedarf keiner Auseinandersetzung, daß ein solcher Mechanismus nur das Zurückfließen der Lymphe gegen den Ursprung der Kanäle, nicht aber die entgegengesetzte Bewegung nach der Seite der Ausmündung hindert. Die Klappen stehen in den Lymphgefäßen sehr nah beisammen und geben diesen ein knotiges Ansehen. Sobald sich nämlich Flüssigkeit in den Taschen ansackt, entsteht eine Anschwellung der höchst ausdehnbaren Gefäße. — Die äußere Haut der Lymphgefäße besteht aus Zellgewebe.

Die Saugadern beginnen mit feinen, engmaschigen Netzen, aus welchen kein Uebergang weder in die Wurzeln der Blutadern, noch in die Enden der Schlagadern stattfindet. Auch sind Oeffnungen, welche den Durchgang des Aufgesaugten erklärten, noch nicht nachgewiesen worden; vielmehr weiß man, daß Lymphgefäße in der ganzen Länge ihrer Wandungen auffaugen, wo an Mündungen weniger zu denken ist. Dazu kommt noch, daß Quecksilber, welches man in Lymphgefäße einspritzt, in diesen verbleibt. Denn die seltenen Fälle, wo dem nicht so ist, scheinen von Zerreißungen der Saugadern abzuhängen. Andererseits läßt sich Durchgang von Stoffen durch Gefäßwände ohne alle Poren kaum denken. Die Lymphe enthält kleine Kügelchen, und sollten diese als aufgesogne Elementartheilchen der Organe zu betrachten sein, so wäre die Annahme von Poren kaum abzuweisen. In der That hat J. Müller in der Schleimhaut der Därme, zwischen den Darmzotten, Oeffnungen wahrgenommen, welche als offne Mündungen von Saugadern betrachtet werden könnten.

Besonders zahlreich sind die Lymphgefäße an der Oberfläche der Haut und im Innern der Därme, als den Theilen, wo ihr Vermögen, Stoffe aufzusuchen, besonders in Anspruch genommen wird. Dagegen scheinen im Gehirn, im Innern des Auges und in einigen andern Theilen die Lymphgefäße ganz zu fehlen. Wenn mehrere und selbst viele ihrer Kanäle sich zu einem verbinden, so ist doch dieser eine nicht auffallend stärker, als jeder der Zweige, deren Flüssigkeit er aufnimmt. Daher sind die Endstücke des Saugadersystems unverhältnißmäßig eng und mit den großen Venenstämmen z. B., welche alle Blutadern in sich aufnehmen, in keinen Vergleich zu stellen.

§. 278. Die Saugadern bilden die Lymphdrüsen (Tab. V. Fig. 23. l. l.). Sie spalten sich nämlich an verschiedenen Stellen in mehrere Aeste, diese Aeste verwickeln sich knaulartig, bilden durch wechselseitige Verbindung Netze, und treten endlich in einen gemeinschaftlichen Kanal zusammen, welcher die Drüse wieder verläßt. Jede Lymphdrüse ist also auf der einen Seite mit einem zuführenden, auf der andern mit einem ausführenden Gefäße versehen (Fig. 24.). Sehr oft finden sich auch mehrere zuführende und mehrere ausführende Gefäße, in welchem Falle die Zahl der letztern geringer zu sein pflegt, als die der erstern. Die Verwickelungen der

Saugadern in den Lymphdrüsen werden theils durch Zellgewebe, theils durch zahlreiche Blutgefäße zusammengehalten. Es giebt Erscheinungen, welche anzudeuten scheinen, daß innerhalb der Lymphdrüsen die Saugadern mit den Blutadern zusammenhängen. Wenn man nämlich mit Hülfe einer Spritze Queckſilber in das zuführende Gefäß einer Lymphdrüse eintreibt, so dringt dieses gewöhnlich durch den Gefäßknaul und kommt im ausführenden Gefäße wieder zum Vorschein. In einigen Fällen aber, und namentlich, wenn die Einspritzung mit einiger Gewalt gemacht wird, findet sich auch in den Venen der Lymphdrüsen Queckſilber. Sind diese Venen mit den Saugadern nicht in unmittelbarer Verbindung, durch offne Mündungen, so ist wenigstens wahrscheinlich, daß Venen und Saugadern mit überaus zarten und leicht zerreißbaren Wandungen an einander liegen. Eine solche Nachbarschaft ist wichtig, weil, wie früher angegeben, Flüssigkeiten, welche nur durch dünne thierische Häute getrennt sind, in Stoffwechsel treten (§. 52.).

§. 279. Das größte von allen Lymphgefäßen ist die Speisesaftröhre oder der Milchbrustgang (Tab. V. Fig. 23. m. m.). Sie beginnt am zweiten oder dritten Lendenwirbel, zwischen den innern Schenkeln des Zwerchfells, mit einem erweiterten Theile, welcher Cisterne des Chylus genannt wird. In diesen erweiterten Theil ergießen sich 3—4, bisweilen noch mehr größere Saugaderstämme. Nach oben hin verengert sich die Speisesaftröhre, tritt durch das Zwerchfell in die Brusthöhle, wo sie an den Körpern der Rückenwirbel anliegt, und verläßt diese zuletzt wieder, indem sie sich hinter der Speiseröhre nach links wendet, um sich mit dem Venensystem zu verbinden. Diese Verbindung tritt an der Stelle ein, wo die Drosselvenen und die Schlüsselbeinvenen (§. 318.) unter einem Winkel zusammentreten (Tab. VII. Fig. 36. 5.). Die Mündung der Speisesaftröhre ist mit einer Klappe versehen, so daß die Lymphe in die Venen übergehen, nicht aber das Venenblut in die Speisesaftröhre eindringen kann. In dem Verbindungswinkel der genannten beiden Venen der rechten Seite tritt ein zweiter Saugaderstamm ein, welcher aber weit kleiner ist und nur wenig Lymphgefäße in sich aufnimmt (Fig. 36. 7.).

§. 280. Die Lymphdrüsen sind an einigen Stellen des

Körpers besonders angehäuft und durch ihre Größe ausgezeichnet. Dies gilt namentlich von den Lymphdrüsen der Achselhöhle, der Weichengegend und des Gekröses. Die Drüsen der Achsel nehmen nicht nur die Saugadern des Armes, sondern zum Theil auch die des obern Rumpfes, der Hautbedeckungen desselben und der Brüste auf. Die Drüsen der Weichen oder Leistengegend sind zur Aufnahme der meisten Lymphgefäße bestimmt, welche von den untern Extremitäten, vom Bauche und von den äußern Geschlechtstheilen kommen. Am zahlreichsten sind die Lymphdrüsen des Gekröses (Tab. V. Fig. 23. l. l.). Am Magen und Dünndarme, weniger am Dickdarme, entspringt eine außerordentliche Menge von Saugadern, welche während der Verdauung eine milchweiße Farbe zeigen, weil sie den Chylus durchschimmern lassen, welchen sie in den Därmen aufgesaugt haben. Sie heißen deshalb auch Milchgefäße. Die Drüsen, in welche diese Saugadern eingehen, liegen zwischen den beiden Platten des Bauchfells, welche das Gekröse bilden (§. 254.). Es finden sich mehrere Reihen von Drüsen, indem ein Theil derselben dem Darme, ein anderer Theil dem Milchbrustgange näher liegt. Die dem Darme näher liegenden, kleineren Drüsen sind mit Ausführungsgängen versehen, welche der zweiten Reihe von größeren Drüsen zu Einführungsgängen dienen. Dieser Bau wiederholt sich, so daß der Chylus durch mehrere, immer größer werdende Drüsen hindurch treten muß, bevor er in die Speisesaftröhre einfließen kann.

Vierter Abschnitt.

Von der Auffaugung und von dem Uebergang der Lymphe in das Blut.

§. 281. Die Saugadern haben das Vermögen, äußere Stoffe in das Innere ihrer Höhlen zu ziehen. Als Beweis dient die Erfahrung, daß gewisse riechende und färbende Stoffe, welche entweder verschluckt, oder äußerlich eingerieben werden, nach einiger Zeit in der Lymphe sich wieder finden.

§. 282. Bei Untersuchung der Kräfte, welche die Auffaugung zu Stande bringen, hat man zunächst die physikalischen

Kräfte zu berücksichtigen. Die Saugadern saugen, auch wenn sie leer sind, daher kann die Endosmose (§. 52.) die Thätigkeit derselben nicht vollständig erklären. Da die Erfahrung lehrt, daß sehr feine Röhrchen Flüssigkeiten einsaugen und selbst, der Richtung der Schwere entgegen, emporheben, Erscheinungen, welche unter dem Namen der Kapillarität bekannt sind, so könnte man auf die Vermuthung kommen, daß die Lymphgefäße als feine Röhrchen saugten. Allein die organische Saftbewegung zeigt Eigenthümlichkeiten, welche durch Kapillarität sich nicht erklären lassen. Das Ungenügende einer solchen Erklärung zeigt sich schon in den Pflanzen. Wenn man eine Weinrebe durchschneidet, so läuft der Saft aus, und Haarröhrchen kommen nie zum Ueberlaufen. Die Bewegung des Blutes wird durch ein lebendiges Pumpwerk, durch das Herz, vermittelt, aber die Lymphgefäße besitzen ein Pumpwerk der Art nicht. Auch muß man auf die Annahme verzichten, daß das Herz auf irgend eine Weise die Bewegung der Lymphe, wie die des Blutes, hervorbringe, denn die Erscheinungen der Auffaugung finden auch dann statt, wenn man ein Thier durch Ausschneidung des Herzens getödtet hat.

Die letzte Erfahrung könnte zu dem Glauben verleiten, daß die Auffaugung, unabhängig vom Leben, durch physikalische Kräfte vermittelt werde. Allein man darf nicht vergessen, daß die Erscheinungen des Lebens nicht in allen Theilen gleichzeitig aufhören. Daß die Auffaugung unter dem Einfluß der Lebenskräfte stehe, beweist die krankhaft verminderte Auffaugung in vielen Krankheiten mit vorherrschender Schwäche, desgleichen der Einfluß von Reizmitteln, welche nicht sowohl den Mechanismus des Lymphsystems, als vielmehr dessen Lebensthätigkeit zu steigern scheinen.

Wahrscheinlich besitzen die Saugadern das Vermögen, sich zusammen zu ziehen, in welchem Falle die Lymphe vorwärts fließen muß, da die Klappen das Rückwärtsfließen unmöglich machen. Zwar kann man jene Gefäße nicht wie Kanäle mit muskulösen Wänden durch Reizmittel zu Kontraktionen veranlassen, demungeachtet aber spritzt der Chylus aus dem verletzten Milchbrustgange eines lebenden Thieres, wie das Blut aus einer Ader, während es bei einem todten Thiere ruhig ausfließt. Demnach könnte man sich abwechselnde Verengerungen und Erweiterungen der Lymphgefäße denken, wodurch die vorhandene Lymphe fort-

getrieben würde. Unvollständig ist aber diese Hypothese deshalb, weil sie das erste Eindringen der Lymphe von außen in das Innere der Saugadern nicht erklärt.

§. 283. Lymphe ist eine durchsichtige, etwas gelbliche Flüssigkeit, in welcher Eiweiß, Faserstoff und einige Salze aufgelöst sind. Sie gerinnt an der Luft, wie Blut, enthält auch Kügelchen, wie dieses, nur kleinere, rundere und verhältnißmäßig nicht so viele. Die Gerinnung der Lymphe erfolgt unter denselben Verhältnissen, wie die des Blutes, und beide Flüssigkeiten würden sich sehr wenig unterscheiden, wenn nicht der Lymphe der Farbestoff abginge. Man könnte annehmen, das Blutwasser ernähre die Organe, und werde nach einiger Zeit als Lymphe wieder weggeführt. Bei dieser Hypothese würde man die Lymphkügelchen als unbrauchbar gewordene und zur Absonderung bestimmte Körpertheilchen zu betrachten haben, während freilich eine andere Hypothese sie als die Uranfänge der Blutkörperchen betrachtet, die nur noch des Hinzutrittes von Blutroth bedürfen, um Blutkügelchen zu werden.

§. 284. Chylus oder Milchsaft nennt man eine weiße Flüssigkeit, welche zur Zeit der Verdauung in den Lymphgefäßen des Magens und der Därme gefunden wird. Von der Lymphe unterscheidet sich der Chylus durch unzählige höchst feine Fettkügelchen, welche die Ursache seiner weißen Farbe zu sein scheinen. In Bezug auf seine Mischung ist er der Lymphe, und also auch dem Blutwasser, sehr ähnlich, doch enthält er nach Beschaffenheit der Nahrungsmittel, die man genossen, zu verschiedenen Zeiten verschiedene Zusätze. In dieser Erscheinung liegt der Hauptbeweis, daß der Chylus der ernährende Stoff ist, der dem Speisebrei entzogen und dem Blute zugeführt wird. Die Milchgefäße dienen aber bei dessen Uebergange aus dem Darme in die Blutadern als Brücke.

§. 285. Die Lymphgefäße haben also einen doppelten, der Natur nach sehr verschiedenen Zweck. Sie saugen brauchbare Stoffe auf, um sie dem Blute als Nahrungsmittel zuzuführen, sie absorbiren aber auch unbrauchbare Stoffe, um ihre Entfernung aus dem Körper einzuleiten. Auch diese unbrauchbaren Stoffe werden dem Blute übergeben, sie gelangen mit diesem in die aushauchenden Gefäße der Absonderungsorgane und werden von diesen, wie später zu zeigen, ausgeworfen.

§. 286. Die zur Ernährung des Blutes brauchbare Lymphe wird durch den Einfluß des Saugadersystems und der Milchgefäße mit ihren Drüsen insbesondere erst brauchbar gemacht. Die Netze, aus welchen die Milchgefäße entspringen, zeigen zur Zeit der Verdauung den Chylus, welcher im Darmkanal zwar seinen Grundstoffen nach vorbereitet, aber nicht fertig vorkommt. Die Chylusbereitung beginnt also im Ursprunge der Milchgefäße selbst und scheint darauf zu beruhen daß diese Gefäße das Vermögen besitzen, beim Aufsaugen von verschiedenen Stoffen so wohl die Qualität als auch die relative Quantität der einzelnen zu bestimmen. Den Beweis dieser Annahme giebt die im Allgemeinen sehr gleichmäßige Beschaffenheit des Chylus, bei der sehr großen Verschiedenheit der Nahrungsmittel, aus welchen er entnommen wird. Gewisse Substanzen, wie namentlich Färbestoffe, scheinen nie in den Chylus überzugehen, entweder weil die aufsaugenden Gefäße sie gar nicht aufnehmen, oder weil sie dieselben im Moment des Eintritts verwandeln. Eine derartige umwandelnde Kraft wird durch verschiedene Erscheinungen angedeutet. Wenn man in eine Abtheilung des Darmes, in welcher man den Blutlauf vernichtet hat, gewisse sehr heftige Gifte, wie Upasgift oder Krähenaugentinktur, einbringt, so wird das Thier nicht vergiftet, obschon die Aufsaugung fortbesteht. Gesetzt die Milchgefäße saugten auch jene Gifte ein, wie so viele andere Substanzen, so würde der Nichterfolg der Vergiftung nur durch eine Vernichtung des Giftes durch Vermittelung der Lymphgefäße erklärlich sein. Alle diese Erscheinungen zusammengenommen beweisen auf das bündigste, daß die Beschaffenheit des Chylus von der Lebensthätigkeit der Milchgefäße abhängt. Zwar gehen gewisse Stoffe, namentlich einige Salze, ganz unverändert aus dem Darm in die Milchgefäße über, allein diese Erscheinung widerlegt nicht die Gültigkeit der andern, sondern zeigt nur, daß der Einfluß der Saugadern auf die aufgesogenen Stoffe gewisse Grenzen hat.

§. 287. Die Lymphdrüsen sind Organe, in welchen die Lymphe und der Chylus gewisse Umwandelungen erleidet. Die chemischen Untersuchungen beweisen dies, indem die Lymphe, welche bereits durch Drüsen hindurchgegangen ist, gewisse Eigenthümlichkeiten in ihrer Mischung erkennen läßt. Eiweiß und Fett sind in den Milchgefäßen der Därme selbst zu finden, dagegen ist Blutroth und Faserstoff erst dann nachweisbar, wenn die Lymphe schon

durch Drüsen hindurchgetreten ist. Auch finden sich die letzteren Stoffe bei Thieren, welche gefastet haben, in vorzugsweiser Menge, so daß sie nicht als Produkt der Auffaugung betrachtet werden können. Blutroth und Faserstoff sind ein Erzeugniß der Drüsen, wobei freilich unentschieden bleibt, ob diese Fett und Eiweiß in jene Substanzen umwandeln, oder ob die Blutgefäße der Drüsen jene im Blute vorkommenden Substanzen aushauchen. Man darf annehmen, daß alle Verwandelungen, welche die Lymphe während ihres Verlaufes erfährt, den Zweck haben, sie zur Vermischung mit dem Blute geeigneter zu machen. In diesem Bezuge muß man den Lymphgefäßen und dem Lymphdrüsen insbesondere eine assimilirende Kraft zuschreiben.

§. 288. Die Kraft der Auffaugung oder Resorption ist sehr beträchtlich. Die Lymphgefäße saugen nicht blos Flüssigkeiten auf, welche mit Leichtigkeit organische Häute durchdringen können, sondern sie entfernen auch die härtesten Geschwülste. Bei Greisen werden die Scheidewände zwischen den leeren Zahnfächern weggesogen, daher das Kinn der Nase so nahe rückt. Die Kraft der Auffaugung wirkt durch die Oberhaut hindurch, denn obschon die Oberhaut keine Lymphgefäße enthält, so werden doch verschiedene auf die Haut gestrichene Substanzen aufgesogen.

§. 289. Die Frage, ob nur lymphatische Gefäße, und namentlich ob sie auf dem angegebenen Wege, durch den Milchbrustgang, Stoffe dem Blute zuführen, muß aus vielen Gründen verneint werden.

1) Geschehen manche Vergiftungen vom Magen aus viel zu schnell, als daß die schädliche Substanz den weiten Weg durch das ganze lymphatische System hätte nehmen können. Blausäure, in gehöriger Menge, tödtet schon binnen einigen Sekunden, und doch fließt die Lymphe beträchtlich langsamer als das Blut.

2) Finden sich durch den Mund aufgenommene Stoffe oft im Blute, nicht aber im Chylus wieder. Tiedemann und Gmelin mischten unter das Futter von Thieren verschiedene Stoffe, deren Gegenwart in den Säften auf chemischem Wege leicht ermittelt werden konnte. Alle riechende und färbende Stoffe und auch die meisten Salze, welche sie anwendeten, konnten im Blute und im Harne, nicht aber in der Lymphe entdeckt werden. Der Einwurf, daß die den Thieren beigebrachten Stoffe vielleicht das Lymphsystem wieder verlassen hätten und so ins Blut gekommen wären, trifft jene Ver-

suche nicht, weil jedesmal die Därme noch eine beträchtliche Menge derselben Stoffe enthielten.

3) Findet Auffaugung in Theilen statt, denen die lymphatischen Gefäße muthmaßlich fehlen. So im Gehirn, nach blutigen Ausschwitzungen, so in den Knochen, wie die Experimente mit Färberöthe beweisen. Wird diese unter das Futter der Thiere gemischt, so werden die Knochen allmälig schön roth gefärbt; kehrt man zum gewöhnlichen Futter zurück, so verschwindet mit der Zeit auch die Röthe.

4) Hat Magendie bei Thieren den Schenkel in der Art amputirt, daß er mit dem Körper nur noch durch Blutgefäße in Verbindung stand; er hat dann Gift in den Schenkel gebracht, worauf das Thier binnen 10 Minuten unter solchen Symptomen starb, wie sie das Gift erwarten ließ.

5) Manche vegetabilische Gifte tödten, wenn sie in Wunden gebracht werden, nicht, wenn vorher die Blutgefäße unterbunden werden, wohl aber bei freier Cirkulation.

§. 290. Die Erfahrungen, durch welche wir das Auffaugungsvermögen der Blutadern zu beweisen suchten, (§. 289.) würden ihre Gültigkeit verlieren, wenn die kleinsten Saugadern, statt in den Milchbrustgang, theilweise in die Blutadern unmittelbar einmündeten. Einige Physiologen haben dies angenommen, aber mit Unrecht. Nie hat mit Hülfe des anatomischen Messers eine andere Verbindung der Lymphgefäße mit den Blutadern nachgewiesen werden können, als die am Halse befindliche, welche oben bezeichnet wurde (§. 279). Zwar geht Queckfilber, welches man in die Lymphgefäße einspritzt, innerhalb der Drüsen zuweilen in die Blutadern über, allein zahlreiche Gründe, welche nur der Anatom von Fache vollständig würdigen kann, machen es wahrscheinlich, daß diese seltneren Fälle auf Zerreißungen beruhen, welche der eingespritzten Masse erlauben, die Lymphgefäße zu verlassen und in die Blutgefäße überzugehn.

§. 291. Das Auffaugungsvermögen der Venen unterscheidet sich von dem der Saugadern dadurch wesentlich, daß es nur bei erfüllten Gefäßen in Wirksamkeit tritt. Emmert bewies dies durch einen sehr überzeugenden Versuch. Er unterband bei einem Kaninchen die große Schlagader des Unterleibes, welche die Hinterfüße mit Blut versorgt, machte in einen Fuß eine Wunde und betupfte

letztere, nachdem der Fuß blutleer geworden war, mit verschiedenen Stoffen. Wurde blausaures Kali in die Wunde gebracht, so konnte dies nach einiger Zeit, mittelst geeigneter Reagenzien, im Urin wieder gefunden werden, ein Beweis, daß die Lymphgefäße es aufgesaugt und dem Blut zur Absonderung übergeben hatten. Wurde Upasgift oder Krähenaugentinktur in die Wunde gebracht, so erfolgte keine Vergiftung, wahrscheinlich weil die Lymphgefäße die aufgesaugten Gifte assimilirten und als unschädliche Substanzen dem Blute zuführten. Zum Schlusse des Versuchs wurde die Unterbindung der Schlagader beseitigt, alle Blutgefäße des verwundeten Beines wurden erfüllt und nun erfolgte der Vergiftungstod binnen wenigen Minuten. Man kann diesen Versuch nicht anders deuten, als daß die vollen Blutgefäße das Gift auffaugten, welches die leeren Adern nicht zu resorbiren vermochten.

§. 292. Da nur volle Venen resorbiren, so beruht ihr Auffaugungsvermögen muthmaßlich auf Endosmose. In diesem Falle würde die überaus schnelle Wirkung mancher Gifte nicht befremden können, denn nach J. Müller's Versuchen können gewisse Stoffe, wie blausaures Kali, schon binnen einer Sekunde durch thierische Häute hindurchwirken. Die Endosmose in den Venen wird aber durch den Kreislauf des Blutes nothwendig begünstigt. Denn jedes Bluttheilchen, welches durch Auffaugung fremdartiger Stoffe sich gesättigt hat, und welches dadurch nach den Gesetzen der Endosmose zu weiterer Auffaugung unfähig geworden ist, wird durch den Kreislauf hinweggespült. Es wird nun ein frisches Bluttheilchen an die Stelle des alten gebracht, so daß die Endosmose in jedem Augenblicke und anhaltend mit höchstmöglicher Kraft wirkt. In Uebereinstimmung mit dieser Theorie ist Magendie's Beobachtung, daß man durch Verlangsamung des Blutlaufs die Resorption schwächen kann. Diese Bemerkung ist wichtig in Bezug auf vergiftete Wunden. Wenn man ein Band, oder ein Tuch um das verwundete Glied bindet, und zwar auf der Seite der Wunde, welche dem Herzen näher liegt, so wird der Rückfluß des Blutes in den Hautvenen gehindert, und die Vergiftung wirkt langsamer.

§. 293. Die Resorption steht unter dem Einfluß des Luftdrucks. Wenn man über einer vergifteten Wunde ein erwärmtes Gläschen, wie beim Schröpfen, anbringt, so wirkt einstweilen

das Gift wenig oder gar nicht, und man gewinnt Zeit zu Rettungsmaßregeln.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Baue der Blutgefäße.

§. 294. Das Blut fließt in häutigen Röhren, welche sämmtlich mit dem Herzen, als dem Hauptorgane des Kreislaufs, zusammenhängen. Ein Theil der Röhren geht von dem Herzen zu den Organen, um ihnen Blut zuzuführen, diese heißen Arterien oder Schlagadern, andere Röhren gehn von den Organen zum Herzen, um das Blut zurückzubringen, diese werden Venen oder Blutadern genannt. Die Schlagadern entspringen mit starken Stämmen und theilen sich baumartig in immer feinere Zweige. Je feiner sie werden, um so häufiger verbinden sie sich untereinander und bilden netzartige Gewebe. Die feinsten Netze der Art werden Haargefäßnetze genannt. Aus diesen entspringen die Venen mit äußerst zarten Wurzeln, welche sich ebenfalls netzartig verstricken; diese kleinen Wurzeln werden, durch Verschmelzung mehrerer, zu stärkern Aesten, und alle Venenäste vereinigen sich zuletzt in wenigen großen Stämmen, welche in das Herz eintreten. Die Haargefäßnetze liegen also zwischen Arterien und Venen und bilden das Verbindungsglied zwischen beiden.

§. 295. Es giebt zwei Arten von Haargefäßnetzen, in welchen das Blut entgegengesetzte Veränderungen erleidet. In den einen, welche der Lunge angehören, wird das Blut, durch Einwirkung der geathmeten Luft, hellroth gefärbt, in den andern, welche alle übrigen Theile des Körpers durchweben, nimmt das Blut eine dunkle Farbe an, indem es gewisse Theile ausscheidet und andere in sich aufnimmt. (Tab. VII. Fig. 37.)

§. 296. Mit Berücksichtigung dieser doppelten Blutfarbe unterscheidet man zwei Partieen des Gefäßsystems, welche der Gestalt nach einigermaßen mit zwei Bäumen verglichen werden können, deren Wurzeln, Stämme und Aeste von zwei gesonderten Abtheilungen des Herzens ausgehn. Der eine Baum treibt aus der linken Herzhälfte (§. 305.) seine Wurzeln (die Lungenvenen) in die Lunge, Stamm

und Aeste aber (Körperarterien) in alle Organe des Körpers. Dieser Baum führt nur rothes Blut. Der zweite Baum treibt aus der rechten Herzhälfte seine Wurzeln (Körpervenen) durch den ganzen Körper, und verbreitet Stamm und Aeste (Lungenschlagadern) in den Lungen. In diesem Baume fließt nur dunkles oder, nach dem gewöhnlichen Ausdruck, schwarzes Blut. Die letzten Aestchen des rothen Gefäßbaumes gehn in die zartesten Wurzeln des schwarzen Baumes über, und bilden auf diese Weise das Haargefäßnetz, in welchem das Blut eine dunklere Farbe annimmt. Ebenso entsteht das andere Haargefäßnetz, in welchem das Blut hochroth gefärbt wird, durch Uebergang der Aeste des schwarzen Baumes in die Wurzeln des rothen.

§. 297. Man unterscheidet auch zwischen einem großen und einem kleinen Kreislaufe. Der kleine Kreislauf begreift die Gefäße, welche das Blut aus der rechten Hälfte des Herzens durch die Lungen hindurch in die linke Hälfte führen, nämlich die schwarzes Blut zuführenden (Lungen-) Arterien und die rothes Blut wegführenden (Lungen-) Venen. Die Gefäße des großen Kreislaufs dagegen führen das Blut aus der linken Hälfte des Herzens durch den ganzen Körper hindurch zur rechten Hälfte, und bestehn aus den rothes Blut zuführenden (Körper-) Arterien, und den schwarzes Blut abführenden (Körper-) Venen*). Indeß kann streng genommen nur von einem Kreislaufe die Rede sein, da das Blut, welches durch den Körper getrieben worden ist, erst durch die Lungen fließen muß, bevor es seine große Bahn von vorn beginnen kann.

§. 298. Die Arterien sind Kanäle, deren Wandungen drei Häute erkennen lassen. Die innerste Haut ist sehr glatt, höchst zart und leicht zerreißbar; die mittlere Haut ist derb, elastisch und aus Zirkelfasern zusammengesetzt, welche sich um die innerste Haut herumlegen; die äußerste Haut besteht aus höchst ausdehnbarem Zellgewebe. Vermöge der mittleren Haut erhalten sich durchschnittene Arterien offen und erzeugen bei Verwundungen Gefahr des Verblutens. Vielleicht bezieht sich hierauf die tiefere und folglich geschütztere Lage der Arterien im Vergleich mit den Venen.

*) Wenn man sagt, daß die Arterien rothes, die Venen schwarzes Blut enthalten, so ist dies nur in Bezug auf den großen Kreislauf richtig. Im kleinen Kreislauf ist das Verhältniß umgekehrt.

Die Zirkelfasern der mittleren Arterienhaut sind weder dem Baue noch den Funktionen nach mit den Muskelfasern zu vergleichen, und namentlich fehlt ihnen das Vermögen, sich in Folge äußerer Reize zu bewegen, fast gänzlich. Die merklichen Zusammenziehungen derselben erfolgen nur auf Ausdehnungen durch äußere Gewalt und erklären sich durch Elasticität. Indessen besitzen die Arterien ein lebendiges Bewegungsvermögen langsamerer Art, so daß bei Einwirkung von Kälte oder nach Schnittwunden die kleinsten Arterien sich allmälig vollkommen schließen können. Diese Bewegungen, welche ohnehin nur in den kleinsten Gefäßen von einiger Bedeutung sind, können mit den schnellen und kräftigen Bewegungen der Muskeln nicht füglich verglichen werden.

§. 299. Die Venen sind viel weniger fest, als die Arterien, und fallen bei Verwundungen leicht zusammen, weil ihnen die mittlere elastische Haut der Schlagadern abgeht. Ihre innere Haut bildet halbmondförmige Klappen, welche im Wesentlichen denen der Lymphgefäße gleichen (Tab. VI. Fig. 29. a.) Sie stehen sich paarweise gegenüber, sind mit den offenen Mündungen nach den größern Stämmen hin gerichtet und verhindern also einen Rücktritt des Blutes aus den großen Aesten in die kleinen. Jeder äußere Druck auf eine Vene muß daher das Blut dem Herzen zutreiben und gerade dies scheinen die Klappen zu bezwecken. In der That finden sie sich nur in solchen Venen, welche dem Druck der Muskeln ausgesetzt sind, fehlen aber in den Blutadern der Knochen, der Hirnhaut, der Eingeweide u. s. w. Die äußere Haut der Venen besteht ebenfalls aus einem sehr dehnbaren Zellgewebe. Nur in der Nähe des Herzens sind die großen Venenstämme mit Muskelfasern versehn, durch deren Zusammenziehung sie sich selbstthätig entleeren. Außerdem unterscheiden sich die Venen von den Arterien durch größere Weite, auch liegen sie größtentheils der Oberfläche des Körpers näher.

§. 300. Die Wandungen der größern Arterien und Venen sind mit kleinen Blutgefäßen und Nerven versehen, demungeachtet sind sie für die meisten mechanischen Reize, z. B. Schnitte, unempfindlich. Wenn man dagegen eine Arterie unterbindet, oder wenn man scharfe Flüssigkeiten in sie einspritzt, so entstehn sehr heftige Schmerzen.

§. 301. Von großer Wichtigkeit sind die Anastomosen,

d. h. die Verbindungen zweier Gefäße durch Zusammenmünden ihrer Kanäle. Solche Anastomosen machen das Ueberfließen des Blutes aus einem Gefäße in das andere möglich, und je zahlreicher sie sind, um so leichter kann ein Organ von andern Seiten sein Blut beziehn, wenn irgend ein Hinderniß die gewöhnlichen Wege verschlossen hat. Auch sind die Anastomosen immer da am zahlreichsten, wo die meisten Störungen im Blutlaufe zu fürchten sind. Große Venen, nicht aber große Arterien anastomosiren, weil die ersteren durch ihre Lage und ihreu Bau viel leichter einem störenden Drucke unterliegen. Auch werden in den kleinern Gefäßen die Verbindungen der Aeste immer häufiger, bis endlich die feinsten Netze entstehn, welche an der Grenze des Gefäßsystems, wo das Blut viel langsamer fließt, zur Verhinderung von Stockungen unentbehrlich scheinen. Die langsamere Blutbewegung in den Haargefäßen erklärt sich aber aus der Beobachtung, daß zwei Gefäßäste zusammengenommen stets weiter sind, als der eine Ast, aus welchem sie entspringen. Hieraus ergiebt sich nämlich, daß die Bahnen, in welchen das Blut strömt, um so weiter werden, je mehr sie sich vom Herzen entfernen, und es versteht sich, daß mit dem Breiterwerden des Stromes die Schnelligkeit abnimmt.

§. 302. Die Enden der Arterien gehen unmittelbar in die Venenanfänge über, denn wenn man gefärbtes Wasser in die Arterien einspritzt, so dringt es bis in die Venen. Es giebt also Stellen, wo man Gefäße weder Arterien noch Venen nennen kann, dies sind die Haargefäßnetze (Fig. 37.).

Die Wandungen der Haargefäße sind so zart, daß man sie nicht sehen kann, daher einige Anatomen sie leugneten und annahmen, die Arterien hörten mit freien Enden auf und ergössen ihr Blut in das Zellgewebe der Organe, von wo aus die Venen es auffaugten. Dieser Ansicht steht Folgendes entgegen: 1. Die ziemlich gleichmäßige Stärke der Theile, die man Haargefäße nennt. Wenn Blut bei Quetschungen in das Zellgewebe ergossen wird, so entsteht zwar ebenfalls der Anblick eines Netzwerkes, aber dies ist unregelmäßig, weil die freien Räumchen zwischen den festen Theilen bald größer bald kleiner sind. 2. An durchsichtigen, lebenden Theilen sieht man die feinsten Blutströmchen, bei scheinbar unmittelbarer Nachbarschaft, sich kreuzen, ohne daß die Blutkügelchen der beiden Strömchen sich vermischen. 3. Ist

es an gewissen Organen gelungen, durch Fäulniß das Zellgewebe aufzulösen, so daß nur das Haargefäßnetz, welches vorläufig mit Färbestoffen erfüllt worden war, übrig blieb. Ob es auch frei endigende Gefäßchen giebt, welche, mit offnen Mündungen versehen, gewisse Stoffe aushauchen oder auffaugen können, ist unbekannt.

§. 303. Die Haargefäße sind nur etwa $\frac{1}{200}$ Zoll dick, im Gehirn sogar nur $\frac{1}{500}$''. Die Maschen des Haargefäßnetzes sind so klein, daß sie hin und wieder nicht mehr Durchmesser haben, als die Gefäße selbst. Viele Anatomen haben hypothetisch feine Gefäße angenommen, welche, selbst für die kleinen Blutkügelchen zu eng, nur Blutwasser zu führen im Stande wären. Indeß alle Gründe, welche man für die Gegenwart seröser Gefäße *) aufgeführt hat, sind nicht ganz schlagend. Die Röthe, welche im Weißen des Auges nach einem Stoße entsteht, beweist die Gegenwart von serösen Gefäßen, die erst im krankhaften Zustande Blut führen könnten, durchaus nicht. Höchst wahrscheinlich sind blutführende Gefäße immer da, allein einzelne Schichten von Haargefäßen erscheinen durchsichtig und werden nicht wahrgenommen.

§. 304. Das Herz gleicht einem stumpfen Kegel und liegt in der Brusthöhle zwischen den beiden Lungenflügeln, mit dem spitzeren Ende nach unten und links gerichtet (Tab. IV. Fig. 21. h.). Es wird in seiner Lage durch den Herzbeutel erhalten, d. h. durch einen serösen, geschlossenen Sack, welcher sich in sich selbst einstülpt, und das Herz in die eingestülpte Falte aufnimmt. Diese Falte verwächst mit der Außenseite des Herzens vollständig, der freie, sackförmige Theil aber verwächst seitwärts mit den Brustfellsäcken, und an der Spitze des Herzens mit dem Zwerchfell, und hält somit das Herz aufgehangen an seiner Stelle.

§. 305. Das Herz ist ein hohler Muskel, in welchem sich vier Abtheilungen unterscheiden lassen (Tab. VI. Fig. 28.). Die beiden untern bestehen aus zwei dickwandigen, neben einander liegenden Höhlen, der rechten und linken Herzkammer oder Ventrikel; die beiden obern dagegen aus zwei ebenfalls neben einander

*) Serös, von serum, Blutwasser.

liegenden, sehr dünnwandigen Höhlen, dem rechten und linken Vorhof oder Atrium. Der rechte Vorhof (a) hängt mit dem rechten Ventrikel (h. h.) durch eine Oeffnung (e.) zusammen, und bildet mit ihm die rechte Herzhälfte, oder das rechte Herz, welche dunkles Blut enthält. Auf gleiche Weise verbinden sich linker Vorhof (o.) und linker Ventrikel (r. r.) zur linken Herzhälfte, dem Behälter des hellrothen Blutes. Dagegen findet sich aus der rechten Herzhälfte in die linke kein Eingang. Vielmehr sind die Vorhöfe durch eine dünne, mehr häutige (e), die Herzkammern durch eine dicke, fleischige, in beiden Fällen senkrechte Scheidewand (i.) gesondert. Die rechte Herzhälfte liegt beträchtlich mehr nach vorn, als die linke, und wird daher auch vordere Herzhälfte genannt.

§. 306. Der rechte oder vordere Vorhof (Fig. 28. a.) ist nach rechts und links mit einem nach außen gestülpten Blindsack versehen, dem rechten Herzohr. Er nimmt 3 Venenstämme auf, die sehr große obere Hohlvene (b.), nach oben, die nicht minder große untere Hohlvene, nach hinten und unten, und die Herzvene, an der Scheidewand beider Vorhöfe und an der Grenze zwischen Vorhof und Kammer. Vor der Mündung der Herzvene liegt eine häutige Falte, welche das Blut des Herzens nicht eindringen läßt. Der rechte Vorhof wird, wie alle übrigen Abtheilungen des Herzens, von einer Fortsetzung der innern Gefäßhaut ausgekleidet.

§. 307. Die rechte Herzkammer (Fig. 28. h. h.) ist nach oben mit einer Oeffnung (ostium venosum, e.) versehen, welche das Blut des rechten Vorhofs eindringen läßt. Rings um diese Oeffnung bildet die Gefäßhaut der Kammer eine weit vorspringende, in 3 Zipfel getheilte Verdoppelung oder 3 Klappen (valvulae tricuspidales, f. f. f.), welche den Rücktritt des Blutes in den Vorhof verhindern. Wenn nämlich die Kammer sich zusammenzieht, so drängt das ausweichende Blut die Klappen dermaßen gegen die venöse Oeffnung, daß letztere verschlossen wird. Die Gewalt des Blutes würde die freihängenden Klappen durch die venöse Oeffnung hindurch in den Vorhof drängen, wenn sie nicht mit sehnigen Fäden (g. g. g.) an vorspringende Muskelbündel (k. k.) der Kammer befestigt wären und so zurückgehalten würden. Eine zweite Oeffnung (ost.

arteriosum, l.) findet sich nach oben und vorn, nah an der Scheidewand. Sie ist der Ausgang für das Blut in die Lungenarterie. Auch um diese Oeffnung, aber innerhalb der Arterie, liegen 3 Klappen, welche nach ihrer Gestalt halbmondförmige genannt werden. Sie sind mit ihrem gebogenen, nach dem Herzen zu gerichteten Rande angewachsen, so daß Taschen oder Sackventile entstehen, welche den Rücktritt des Blutes in das Herz verhindern.

§. 308. Der linke Vorhof (Fig. 28. o.) liegt mehr nach hinten, als nach links, so daß vorn nur sein Herzohr bemerklich ist. Er gleicht in der Einrichtung dem rechten Vorhof, nimmt aber vier große Venen auf, welche aus der Lunge kommen (n. n.').

§. 309. Die linke oder hintere Herzkammer (r. r.) zeichnet sich durch die dickeren, fleischigen Wände aus, deren sie bedurfte, da von hier aus das Blut durch den ganzen Körper, von dem rechten Ventrikel aber nur durch die kleineren Lungen getrieben wird. Im Wesentlichen gleicht sie ganz der rechten Kammer. Die Oeffnung, welche sie mit dem linken Vorhof verbindet, ist ebenfalls mit 3 Klappen (Fig. 28. p. p. p.) versehen, welche die mützenförmigen genannt werden. Die Oeffnung, welche das Blut fort leitet, ist der Anfang der großen Körperschlagader (aorta). An dieser Oeffnung und innerhalb der Schlagader liegen wieder 3 halbmondförmige Klappen.

§. 310. Zwischen der äußern Haut des Herzens, welche vom Herzbeutel herstammt, und der innern, welche eine Fortsetzung der innern Gefäßhaut ist, liegen die Muskel- oder Fleisch-Bündel, welche die Zusammenziehungen des Herzens vermitteln. Sie sind zum Theil kreisförmig, zum Theil in unregelmäßigen Windungen um die Höhle des Herzens gelagert, und müssen also diese verengern, sobald sie selbst sich zusammenziehen. Gemeinschaftliche Muskelbündel gehen von einem Vorhof und von einem Ventrikel zum andern, nicht aber von den Vorhöfen zu den Ventrikeln und umgekehrt. Daher müssen die Zusammenziehungen beider Vorhöfe und beider Herzkammern gleichzeitig erfolgen, während die obere und untere Herzhälfte sich unabhängig von einander bewegen.

§. 311. Aus dem rechten Ventrikel entspringt die starke

Lungenschlagader (Tab. IV. Fig. 21. 2.); sie steigt nach oben und links, kreuzt sich mit dem Ursprung der Aorta, und zerfällt, indem sie sich nach hinten wendet, in einen rechten und einen linken Ast, deren jeder in die Lunge seiner Seite eingeht.

§. 312. Aus dem linken Ventrikel entspringt die große Körperschlagader, Aorta (Fig. 21. 1.). Sie wendet sich anfangs nach rechts und geht hinter der Lungenarterie nach oben, dann geht sie über dem Aste der Luftröhre, welcher sich in den linken Lungenflügel begiebt, nach hinten, und steigt endlich hinter dem Schlunde nach links und unten. Durch diesen Verlauf wird der Aortenbogen gebildet. Am Ursprung der Aorta gehen 2 Arterien ab, welche das Herz selbst mit Blut versorgen, die Kranzschlagadern des Herzens. Aus dem Aortenbogen entspringen 2 Schlüsselbeinschlagadern (Fig. 21. 5. 5.) und 2 Kopfschlagadern (carotides, Fig. 21. 6. 6.). Die rechte Schlüsselbeinschlagader und die rechte Carotis entspringen aus dem Aortenbogen am weitesten nach rechts, mit einer gemeinschaftlichen Wurzel, arteria innominata genannt. Die linke Schlüsselbeinarterie entspringt am weitesten nach links, und die linke Kopfschlagader entspringt in der Mitte.

§. 313. Die Kopfschlagadern steigen jede an ihrer Seite des Halses, unweit der Luftröhre, nach oben, und spalten sich in der Gegend des Kehlkopfes in 2 Aeste (Fig. 31. 6. 8.). Der eine wird äußere Carotis genannt, weil er vorzugsweise die äußern Partieen von Hals und Kopf mit Schlagadern versorgt, der andere innere Carotis, weil er sich nach innen wendet, um namentlich Gehirn und Augen mit Blut zu versorgen.

§. 314. Die Schlüsselbeinarterie steigt nach oben und außen, und tritt zwischen der ersten Rippe und dem Schlüsselbeine in die Achselhöhle, wo sie Achselarterie heißt. Auf dem Wege dahin giebt sie Aeste für die untern Theile des Halses, für Schultern, Brust und Lunge, vor allen aber die Wirbelarterie ab. Für diese finden sich Löcher in den Querfortsätzen der Halswirbel, durch welche das Gefäß, gesichert vor dem Druck der Halsmuskeln, emporsteigt. So gelangt die Wirbelarterie zum Schädel und dringt zwischen dem ersten Halswirbel und dem Hinterhauptbeine, durch das Hinterhauptloch, in die Schädelhöhle, wo sie mit der Gehirnarterie (einem Aste der

innern Kopfschlagader) Verbindungen eingeht. Die Fortsetzung der Achselarterie heißt Armarterie (Fig. 31. 15.), welche gewöhnlich in der Beugung des Ellenbogengelenks in die Ellenbogen- und Speichenarterie zerfällt, und in den Armen und Händen sich vielfach verästelt.

§. 315. Nachdem die Aorta den oben beschriebenen Bogen gebildet und an dessen konkaver Seite Bronchialarterien, zur Ernährung der Lungen, abgegeben hat, steigt sie hinter den Lungen, an die linke Seite der Wirbelsäule geheftet, nach unten, tritt durch eine Spalte des Zwerchfells in die Bauchhöhle, und geht bis zum fünften Lendenwirbel, wo sie sich in 2 große Aeste theilt und ihren Namen verliert.

Innerhalb der Brusthöhle entspringen aus der Aorta kleinere Aeste, wiederum Bronchialarterien, welche in die Substanz der Lungen eingehen und diese ernähren, ferner größere Gefäße, deren immer eins zwischen 2 Rippen hinläuft (Fig. 31. 21. 21.)

Der erste große Ast, welchen die Aorta in der Bauchhöhle abgiebt, ist die Eingeweidearterie (Fig. 31. 22.), welche bald in 3 unter sich anastomosirende Zweige zerfällt, in die Magenarterie, Leberarterie und Milzarterie. Hierauf folgt die obere Gekrösarterie (Fig. 31. 23.), welche dem Dünndarme und einem großen Theile des Dickdarmes Blut zuführt. Ihre Aeste liegen zwischen den Platten des Gekröses und verbinden sich je zwei zu Bogen, aus welchen Aeste entstehen, die abermals Bogen bilden, so daß drei bis fünf Reihen Bogen auf einander folgen und ein großmaschiges Netz bilden. Der erste Ast der oberen Gekrösarterie verbindet sich mit dem Ende der Magenarterie zu einem Gefäßbogen. Es gestattet diese Einrichtung den Zusammenfluß einer großen Menge von Blut nach Einer Stelle, indem alle Aeste mittelbar zusammenhängen. Unter der Gekrösarterie entspringen an den Seiten der Aorta 2 Nierenarterien (Fig. 31. 24.), noch tiefer und mehr nach vorn 2 Samenarterien (Fig. 31. 25.), welche beim männlichen Geschlecht die Hoden, beim weiblichen die Eierstöcke und Eierleiter mit Blut versehen. Nah über der Theilung der Aorta entspringt die untere Gekrösarterie (Fig. 31. 26.), welche sich durch einen Ast mit der obern verbindet und das Endstück des Darmes mit Blut versorgt.

§. 316. Am vierten Lendenwirbel theilt sich die Aorta in die beiden starken Hüftarterien (Fig. 1. 27.), welche in einem spitzen Winkel aus einander treten. Die Hüftarterie zerfällt sogleich wieder in zwei Aeste, die Beckenarterie (Fig. 31. 29.) und die Schenkelarterie. Erstere versorgt die Organe mit Blut, welche in der Nachbarschaft des Beckens sowohl innerhalb, als außerhalb desselben liegen. Dahin gehören namentlich Urinblase, Mastdarm, Gebärmutter, äußere Geschlechtstheile und die Muskeln, welche vom Becken zum Oberschenkel gehen.

§. 317. Die Schenkelarterie (Fig. 31. 31.) verläßt in der Gegend der Weiche die Bauchhöhle und tritt an die obere und vordere Seite des Schenkels, so daß sie in der Weichengegend ganz nah unter der Haut liegt. Nachdem sie Bauch und Oberschenkel mit Zweigen versehen, dreht sie sich beim Abwärtssteigen nach innen und hinten, so daß sie ins Kniegelenk kommt, in welcher Gegend abermals Verästelung eintritt.

§. 318. Der Verlauf der Venen entspricht größtentheils dem der Arterien, doch finden sich häufig zwei Aeste von jenen, wo diese nur einen zeigen. So werden die Arterien der Därme, der Muskeln und der Haut gewöhnlich von zwei Venen begleitet und von diesen in die Mitte genommen. Beginnt man die Betrachtung der Venen vom Herzen aus, so findet man im linken Vorhof vier starke Stämme, die je zwei in die Lungen eintreten und Lungenvenen heißen.

§. 319. Aus dem rechten Vorhof entspringen zwei starke Stämme, die Hohlvenen. Die obere Hohlvene (Fig. 31. 32.) zerfällt in die beiden gemeinschaftlichen Drosselvenen (Fig. 31. 33.), welche das Blut zurückbringen, welches die Schlagadern des Aortenbogens dem obern Körpertheile zugeführt hatten. Jedes der genannten Gefäße nimmt das Blut von folgenden drei Venen auf:

1) Die äußere Drosselvene, welche vom Hinterhaupt, von den Ohren und dem Halse Blut zuführt. 2) Die innere Drosselvene, welche das Blut fast aller Theile vom Kopfe und Halse aufnimmt und in der Anordnung der Aeste den Kopfschlagadern sehr ähnlich ist. Ganz eigenthümlich aber sind die Venen des Gehirns, welche sinus genannt werden. Sie liegen in Falten der harten Hirnhaut, welche sie nur mit ihrer innern

Gefäßhaut auskleiden, sind sehr weit und stehen durch Löcher des Schädels mit äußern Venen und namentlich mit den Drosseladern in Verbindung. 3) Die Schlüsselbeinvene (Fig. 31. 35.). Diese nimmt zwei große Blutadern des Arms auf: die vena cephalica (Fig. 31. 37.), welche vom Daumen entspringt und an der Speichenseite des Arms hinläuft, und die vena basilica (Fig. 31. 36.), welche vom Rücken des kleinen Fingers entspringt und an der Ellenbogenseite emporsteigt. Beide werden in der Beugung des Ellenbogens durch einen großen Queraſt, Medianvene (Fig. 31. 38.), verbunden, welche am häufigsten zum Aderlassen dient.

§. 320. Außer den genannten Aesten ergießt sich in die obere Hohlvene, unmittelbar am rechten Vorhofe, noch die unpaarige Vene, v. azygos. Sie beugt sich über den rechten Luftröhrenast nach unten und nimmt, indem sie neben der Aorta hinläuft, Aeste der Luftröhre, des Schlundes, der Rippenmuskeln und des Zwerchfells auf, tritt endlich in die Bauchhöhle und setzt sich mit der Hauptvene des untern Körpertheils in mittelbare oder unmittelbare Verbindung.

§. 321. Die Hauptvene des untern Körpers ist die untere Hohlvene (Fig. 31. 41.). Ihr starker Stamm verläuft durch Brust- und Bauchhöhle nach unten, bis zum fünften Lendenwirbel, wo er sich in die beiden großen Hüftvenen (Fig. 31. 48.) spaltet und liegt rechts neben der Aorta, unmittelbar vor dem Rückgrat. Nachdem die untere Hohlvene die Brusthöhle verlassen hat und durch einen Spalt im Zwerchfellmuskel in die Bauchhöhle gelangt ist, verläuft sie durch eine Grube des rechten Leberlappens, in welcher sie die Venen der Leber aufnimmt. Etwas unter der Leber tritt jederseits eine Nierenvene ein, und noch tiefer vereinigen sich mit dem Stamme die Venen der innern Geschlechtstheile.

§. 322. Die großen Hüftvenen sind als die Wurzeln der untern Hohlvene zu betrachten, verhalten sich übrigens ganz ähnlich wie die gleichnamigen Arterien. Sie nehmen also zuvörderst die Beckenvenen (Fig. 31. 49.) auf, welche von allen den Theilen das Blut zurückbringen, zu welchen die Beckenarterien es hingeleitet hatten, und ferner die Schenkelvenen (Fig. 31. 50.), welche neben den Schenkelarterien verlaufen. Auch die

Aeste dieser Blutadern begleiten die Zweige der Schenkelarterien, nur finden sich statt eines Arterienastes gewöhnlich zwei Venenäste. Außerdem giebt es noch große Hautvenen, denen ähnliche Schlagadern nicht entsprechen. Die größte von ihnen, v. Saphena magna, entspringt am Rücken des Fußes und geht an der innern Seite des Schenkels zur Schenkelvene.

§. 323. Das Pfortadersystem besteht aus den Venen des Magens, der Milz, der Därme und Gekröse. Diese Venen vereinigen sich hinter dem Zwölffingerdarme zu einem gemeinschaftlichen starken Stamme, der Pfortader (Fig. 21. 4.), welche sich vor allen Venen dadurch auszeichnet, daß sie sich, statt in eine Hohlvene einzumünden, von neuem in kleinere und kleinere Zweige theilt. Diese Verzweigung geschieht im Innern der Leber. Die feinsten Zweige gehen in das Haargefäßnetz der Leber über, aus welchem die Lebervenen entspringen, einige minder feine Zweige dagegen münden unmittelbar in die Venen der Leber ein. Es giebt also Theile im Körper, wo zwischen Arterien und Venen ein doppeltes Haargefäßnetz liegt. Die Eingeweideschlagader und die beiden Gekrösarterien sind durch ein Haargefäßnetz mit den Venen gleiches Namens verbunden, und diese bilden die Pfortader, welche sich nach Art einer Arterie nochmals verästelt und durch ein zweites Gefäßnetz mit den Lebervenen in Verbindung steht.

Sechster Abschnitt.

Vom Kreislaufe des Blutes.

§. 324. Das Blut bewegt sich durch den Körper im Kreise. Die linke Herzkammer treibt das hellrothe Blut durch die Arterien in die Haargefäßnetze des Körpers, und nachdem es hier eine dunkle Farbe angenommen, wird es durch die Venen zum rechten Vorhof zurückgeleitet. Dieser drängt das Blut in die rechte Herzkammer, und letztere treibt es durch die Lungenarterien in das zweite Haargefäßnetz, wo seine hellrothe Farbe wieder hergestellt wird. Endlich führen die Lungenvenen das hochrothe Blut zum linken Vorhof, durch dessen Zusammenziehung es in die linke

Kammer zurückgelangt*). Daß der Kreislauf des Blutes auf die angegebene Weise vor sich gehe, beweisen folgende Umstände:

1) Geräth das Blut durch Zusammenziehung des Herzens in Strömung, so kann es nur in der angegebenen Richtung fließen, weil die Klappen des Herzens und der Venen nur diese gestatten.

2) Unterbindet man eine Arterie, so schwillt sie auf der Seite ihres Stammes an und wird leer auf der Seite der Aeste; unterbindet man eine Vene, so zeigt sich das umgekehrte Verhältniß.

3) In durchsichtigen Theilen lebender Thiere sieht man das Blut in den Arterien nach den Theilen, in den Venen nach dem Herzen zu fließen.

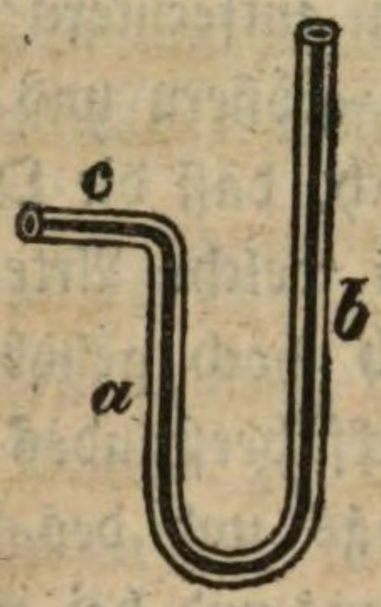
§. 325. Das Blut geht ununterbrochen aus den Arterien durch die Haargefäßnetze in die Venen über, wie einerseits die schnellen Verblutungen bei geöffneten Venen beweisen, andererseits die mikroskopischen Beobachtungen. Man sieht nämlich mit guten Vergrößerungsgläsern die Blutkügelchen ohne Unterbrechung durch das Haargefäßnetz hindurcheilen. Mithin ist die Hypothese falsch, daß das arterielle Blut in den kleinsten Gefäßen sich in Thierschleim, dieses aber in venöses Blut verwandle, und daß das zuströmende Blut der Arterien erst, wenn es diese Verwandlung erfahren habe, in den Venen zurückkehren könne.

§. 326. Die Zusammenziehung des Herzens geht von oben nach unten vor sich, so daß zuerst Zusammenziehung (Systole) der beiden Vorkammern mit gleichzeitiger Erweiterung (Diastole) der Ventrikel erfolgt, und unmittelbar darauf Zusammenziehung der beiden Ventrikel. Nach der letztern folgt für das Herz eine kurze Ruhe. Gleichzeitig mit der Zusammenziehung der Ventrikel sind die Arterien durch das in sie eingetriebene Blut ausgedehnt worden, vermöge ihrer Elasticität ziehen sie sich nun, während das Herz ruht, allmälig zusammen. In demselben Maße, als sie sich entleeren, werden gleichzeitig die Venen gefüllt, denn da am Anfange der Aorta Klappen angebracht sind, welche den Rücktritt des Blutes in das Herz unmöglich machen, so bleibt diesem kein Ausweg übrig, als in die Haargefäße und Venen zu dringen. Nun sind aber die Haargefäße von Anfang an mit Blut gefüllt, und

*) Wir haben in der idealen Fig. 30. (Tab. VI.) den Gang des Kreislaufes durch Pfeile angedeutet.

das Arterienblut kann nur dadurch in die Venen eindringen, daß es den Inhalt dieser vor sich herschiebt und in die leere rechte Vorkammer sich zu ergießen nöthigt. Mit der Anfüllung dieser ist die zwischen zwei Herzschlägen bemerkliche Pause vorüber und eine neue Kontraktion des Herzens muß folgen.

§. 327. Forscht man nach den Kräften, welche das Blut in Bewegung setzen, so wird das Kontraktionsvermögen des Herzens als die vornehmste erkannt. Beurtheilt man die Kraft des Herzens nach der Stärke seiner Muskeln, so muß sie sehr bedeutend sein. Poiseuille hat sie durch scharfsinnige Versuche gemessen, indem er eine in folgender Form gebogene offne Glasröhre,



welche in dem absteigenden (a) und aufsteigenden Aste (b) mit Queckſilber gefüllt war, mit dem horizontalen Aste (c) in eine geöffnete Arterie nach dem Herzen zuwärts einführte. Damit das eindringende Blut nicht gerönne, war der horizontale Ast mit unterkohlensaurer Natron-Auflösung gefüllt. Bei jedem Herzschlag wurde nun das Blut mit derselben Kraft in die Röhre gestoßen, mit welcher es in der Arterie strömte, das im Niveau stehende Queckſilber fiel im absteigenden Ast und stieg im aufsteigenden, welches Steigen und Fallen eine angebrachte Skala erkennen ließ. Die Höhe des Queckſilberstandes im aufsteigenden Aste, über dem Punkte, bis zu welchem das Queckſilber im absteigenden Aste gefallen war, konnte nur durch die Kraft des einströmenden Blutes getragen werden, daher diese dem Drucke der Queckſilbersäule gleich sein mußte und leicht berechnet werden konnte. Die Benutzung dieses Instrumentes lehrt, daß das Herz eines erwachsenen Menschen das Blut mit einer Kraft von ungefähr vier Pfund in die Arterien treibt.

§. 328. Es fragt sich nun, ob eine solche Kraft ausreiche, den Kreislauf des Blutes zu bewerkstelligen, überhaupt ob das

Herz die einzige bewegende Kraft des Blutes hergebe. Wir möchten glauben, daß zwar verschiedene Kräfte den Blutlauf unterstützen und modificiren, daß aber die Kontraktionskraft des Herzens an sich schon ausreiche, denselben durchzuführen.

Bedenkt man, daß der Blutstrom durch Millionen mikroskopischer Haargefäßchen hindurchgetrieben werden muß, so sollte man glauben, die Kraft der Adhäsion müsse zuletzt die Kraft des Herzens überwinden, und der Umstand, daß im Haargefäßnetz und in den Venen der Puls nicht mehr bemerklich ist, scheint jene an sich sehr wahrscheinliche Meinung zur Gewißheit zu erheben. Andererseits hat Poiseuille bewiesen, daß das Blut in den kleinen und also von dem Herzen entferntern Arterien sich mit gleicher Kraft bewege, als in den größern und dem Herzen zunächst liegenden*). Er fand nämlich, daß die Queckſilbersäule seines Blutkraftmessers, mochte sie in welche Arterie man immer wollte eingeführt werden, stets gleich hoch gehoben werde. Die Differenzen in der Höhe des Queckſilberstandes bezogen sich nur auf die Bewegungen des Herzschlags und des Athmens, indem bei jeder Zusammenziehung des Herzens und bei jedem Ausathmen die Säule stieg, in ersterm Falle, weil das Herz mit Gewalt Blut in die Arterien trieb, in dem zweiten, weil beim Ausathmen die Brust sich verengt, also das Herz und die benachbarten großen Arterien drückt und so das Blut in der Richtung des Kreislaufes kräftig weitertreibt. Da also das Blut der kleinen, vom Herzen entferntern Arterien eine eben so hohe Queckſilbersäule trägt, als das Blut der großen, dem Herzen nahe liegenden Schlagadern, so wird im Arteriensysteme die Kraft des Blutes durch die Adhäsion der Gefäßwände nicht merkbar vermindert.

§. 329. Vorstehender Versuch beweist indeß nicht, daß das Haargefäßsystem dem Blute keinen Widerstand entgegensetze, vielmehr ist ein solcher Widerstand nach den Gesetzen der Adhäsion ganz unvermeidlich. Auch sind gewisse Versuche von Poiseuille

---

*) Um Mißverständnissen zu begegnen, ist zu bemerken, daß hiermit nicht das an sich Unmögliche behauptet wird, der gehemmte Blutstrom einer großen Arterie habe dieselbe Kraft, als der einer kleinern, sondern ein Molekül Blut (oder was dasselbe sagt, eine gleiche Masse Blut) bewegt sich in großen oder kleinen Arterien, nah oder fern vom Herzen mit gleicher Kraft.

mit dieser Angabe in vollkommener Uebereinstimmung. Wenn man nämlich seinen Blutkraftmesser (das oben beschriebene Instrument) in eine Vene einbringt, so steigt die Queckſilbersäule nur $\frac{1}{3}$ so hoch, als wenn er in eine Arterie eingebracht wird. Die Ursache dieser Erscheinung kann keine andere sein, als daß das zwischen Arterien und Venen befindliche Haargefäßnetz durch seine Adhäsionskraft den Blutlauf hemmt und dessen Druck auf die Queckſilbersäule verringert.

Da also ein hemmendes Moment in der Adhäsionskraft der Haargefäße unleugbar ist, so muß man fragen: Ist die Muskelkraft des Herzens für sich allein genügend, die Adhäsionskraft der Haargefäße zu überwinden und noch überdies dem Venenblute eine bewegende Kraft mitzutheilen, welche der des Arterienblutes bis auf $\frac{1}{3}$ gleich kommt?

§. 330. Von jeher hat es Physiologen gegeben, welche aus verschiedenen Gründen zweifelten, daß die Kraft des Herzens genüge, den Kreislauf des Blutes zu Stande zu bringen. Die wichtigsten unter diesen Gründen sind folgende:

1) Es giebt unvollkommenere Thiere, bei welchen der Kreislauf stattfindet, obschon das Herz fehlt. Auch beim Menschen scheint Saftbewegung ohne Vermittelung muskulöser Kräfte stattzufinden, nämlich Bewegung der Lymphe.

2) Bei menschlichen Mißgeburten fehlt zuweilen das Herz, obschon der Kreislauf des Blutes vor sich geht.

3) Die Bildung des Hühnchens im Ei soll nach der Beobachtung Einiger beweisen, daß die Blutbewegung früher eintritt, als das Klopfen des Herzens.

4) Es ist unbegreiflich, wie die Kraft des einen Herzmuskels ausreichen könne, das Blut durch Millionen von Haargefäßen hindurchzupressen, da der Widerstand der Adhäsionskraft überaus beträchtlich sein muß. Es ist dies namentlich unbegreiflich, wenn das Herz, wie in manchen Krankheiten, organisch verändert, z. B. auffallend erweicht oder theilweise verknöchert ist.

5) Auf keinen Fall kann die Bewegung des Herzens die Ursache enthalten, warum Blut zu einzelnen Organen, z. B. bei der Schamröthe zu den Wangen, andringt.

§. 331. Vorstehende Gründe zeigen wenigstens so viel, daß der Herzschlag nicht die einzige Ursache der Blutbewegung ist.

Wenn dagegen einige Physiologen der Ansicht sind, daß der Kreislauf im menschlichen Körper auch ohne Zusammenziehung des Herzens bestehen könne, so scheinen sie einerseits die Hülfsmittel, welche den Kreislauf unterstützen, zu hoch anzuschlagen, andererseits die Kraft des Herzmuskels zu niedrig zu schätzen.

Poiseuille brachte seinen Blutkraftmesser in eine Darmvene eines lebenden Pferdes ein und fand, daß das Queckſilber bei jedem Herzschlag um etwas stieg. Ein solches Steigen könnte nicht erfolgen, wenn nicht der Stoß, welcher ursprünglich das Arterienblut vom Herzen empfängt, dem Blute der Haargefäße und von diesem wieder dem Blute der Venen mitgetheilt würde. Demnach überwindet die Propulsionskraft des Herzens die Adhäsionskraft der Haargefäße und wirkt durch diese hindurch auf das Venenblut, mittelst eines Nachschiebens des arteriellen und Haargefäß-Blutes. Wenn Poiseuille in dem erwähnten Versuche eine Arterie des Pferdes öffnete, so bewies das Sinken des Queckſilbers im Blutkraftmesser eine Abnahme der Propulsionskraft des Venenblutes. Das Instrument sank in demselben Maße tiefer, als mehr und mehr Arterien geöffnet wurden, und folglich steht die bewegende Kraft des Venenblutes in geradem Verhältniß zur bewegenden Kraft des Arterienblutes. Offenbar nämlich hat das Oeffnen der Arterien die Folge, die bewegende Kraft des arteriellen Blutes zu schwächen. Der Theil der bewegenden Kraft, welcher zum Ausspritzen des Blutes aus den geöffneten Arterien verwendet wird, geht für das Blut verloren, welches in den Gefäßen verbleibt. Wegen des erlittenen Kraftverlustes wirkt das Arterienblut mit geringerem Stoße auf das Blut der Haargefäße, dieses wieder wirkt weniger schiebend auf das Venenblut, daher das Queckſilber im Instrumente fällt. Alle diese Erscheinungen geben den Beweis, daß das Herz allerdings im Stande ist, die Adhäsionskraft der Haargefäße zu überwinden und die gehemmte Blutmasse zum Kreislauf zu zwingen.

§. 332. Schon aus dem Vorigen läßt sich schließen, daß die wesentliche Ursache der Blutbewegung im Herzen zu suchen sei. Wird der Einfluß des Herzens auf die Blutmasse aufgehoben, entweder durch Ausschneiden des Herzens, oder durch Unterbindung der Aorta, so hört auch die Blutbewegung auf. Zwar haben verschiedene Beobachter das Gegentheil versichert, allein

ihre Angaben scheinen auf Mißverständnissen zu beruhn. So kann nach Unterbindung der Aorta allerdings eine Spur von Kreislauf übrig bleiben, so lange nämlich, als die elastischen Arterien sich zusammenziehn und das Blut in die Venen überzutreten nöthigen. Wenige Minuten nach der angegebenen Operation hört aber der Kreislauf unfehlbar auf und man bemerkt höchstens noch eine unregelmäßige Bewegung im Blute, entweder ein Strömen der Flüssigkeit nach der Wunde, oder ein Schwanken derselben nach rückwärts nicht minder als nach vorwärts, Bewegungen welche von zufälligen mechanischen Störungen abgeleitet werden müssen.

§. 333. Mit den eben erwähnten Erfahrungen scheinen andere im Widerspruch, welche §. 330. vorläufig angedeutet wurden. Es giebt, wie wir zeigten, Thiere, z. B. Würmer, bei welchen ein Kreislauf des Blutes stattfindet, obschon das Herz fehlt, indeß kann hieraus nicht geschlossen werden, daß auch beim Menschen der Blutlauf ohne Mitwirkung des Herzschlages bestehen könne. Sehr oft nämlich wird bei den niedern Thieren eine Lebensthätigkeit durch sehr einfache Organe vermittelt, welche im menschlichen Körper sehr zusammengesetzte in Anspruch nimmt. Nichts ist gewisser, als daß wir zum Empfinden des Gehirns bedürfen, und doch giebt es Thiere, also empfindende Wesen, welche das Gehirn entbehren. Aus ähnlichen Gründen ist die Erfahrung, daß auch in Mißgeburten mit Herzmangel der Kreislauf sich zeige, ohne alle Beweiskraft. Kommt das Herz durch Abweichungen der bildenden Kraft in Wegfall, so muß diese für neue blutbewegende Organe sorgen, und die Hervorbringung solcher kann um so weniger auffallen, da sie anderwärts im Thierreich als gesetzmäßige Bildungen schon vorkommen. Bei den Würmern haben die großen Blutgefäße das Vermögen, sich abwechselnd zusammenzuziehen und zu erweitern, sehr wahrscheinlich ist dieselbe Einrichtung auch bei den großen Adern der Mißgeburten mit Herzmangel getroffen.

Wir erwähnten, daß einige Beobachter bemerkt zu haben glauben, daß beim Hühnchen im Ei die Blutbewegung schon vor dem Beginn des Herzschlags sich kund gebe. Indeß scheint nur so viel mit einiger Sicherheit nachgewiesen, daß das Blut in dieser Periode gewisse zuckende, unregelmäßige, überaus geringe Bewegungen mache, Bewegungen, welche durch Anziehung und Abstoßung chemisch wirkender Kräfte vermittelt werden mögen. Der regelmäßige

Kreislauf tritt, nach den Versicherungen der sorgfältigsten Beobachter, durchaus erst mit dem Anfange des Herzschlages ein.

§. 334. So gewiß es ist, daß in der Bewegung des Herzens die wesentliche Ursache des Kreislaufs liege, so unleugbar ist es, daß noch anderweitige Kräfte den Kreislauf unterstützen. Einige Physiologen haben angenommen, daß auch die Arterien dem Kreislauf zu Hülfe kämen, indem sie, wie die Blutgefäße der Würmer, das Vermögen besäßen, sich abwechselnd zu erweitern und zu verengern. Erst später wird gezeigt werden, daß der Puls auf ein derartiges Vermögen nicht schließen läßt, hier ist nur zu bemerken, daß die Cirkelfasern der mittleren Arterienhaut ein Zusammenziehungsvermögen, nach Art der Muskeln, keineswegs besitzen. Zwar kann nicht geleugnet werden, daß den Arterien ein Vermögen, sich lebendig zusammenzuziehen, wirklich zukommt, und daß verschiedene mechanische und chemische Reize diese Zusammenziehungen vermitteln können. So schließen sich kleine Arterien, wenn sie durchschnitten werden, vollständig, und auch die größern verengern sich beträchtlich. Ferner findet man in Leichen die Arterien blutleer, und da der letzte Herzschlag sie mit Blut füllen mußte, so kann der Mangel von diesem nur darauf beruhn, daß die Arterien sich zusammenziehen und unabhängig vom Herzschlag ihren Inhalt austreiben. Demungeachtet ist nicht anzunehmen, daß das Zusammenziehungsvermögen der Arterien den Kreislauf des Blutes unterstütze, vor Allem deshalb nicht, weil während des Lebens solche Zusammenziehungen an den Arterien nicht bemerkt werden. Die Bewegungen erfolgen nur unter dem Einfluß von ungewöhnlichen Reizen, sie geschehen nicht plötzlich, wie in den Muskeln, sondern unmerklich langsam und sind anhaltend. Sie sind daher, auch wenn sie im lebenden Körper eintreten, für den Kreislauf nutzlos, denn da die Verengerung anhält, so ist sie dem Eindringen des Blutes aus dem Herzen in die Arterien hinderlich.

§. 335. Die Arterien unterstützen den Kreislauf durch die Elasticität ihrer Häute. Wären die Adern harte Röhren, so müßte das Herz die gehemmte Blutmasse mit einem Male in Bewegung setzen, und bei jeder Zusammenziehung würde es genöthigt sein, den ganzen Widerstand zu überwinden, welchen die Adhäsionskraft der Haargefäßnetze dem Blutlauf entgegenstellt. Sobald aber das Herz eine Blutwelle in die Arterien treibt, so dehnen diese sich aus, indem

gleichzeitig mehr Blut von dem Herzen eindringt, als gegen das Haargefäßnetz hin ausreicht. Nachmals verengern sich die Arterien, vermöge ihrer Elasticität, allmälig und treiben das Blut in andere Arterien, welche nun ihrerseits sich erweitern, um später ebenfalls sich zu verengern. Die Richtigkeit dieser Angaben wird durch die Erfahrung bestätigt, daß der Puls nicht in allen Theilen des Körpers gleichzeitig ist, sondern in einer Fußarterie $\frac{1}{6}$ Sekunde später eintritt, als in der Schlagader des Kinnbackens. Das Blut bewegt sich also durch die Adern als eine Welle, welche getrieben wird durch die Zusammenziehung des Kanals, in welchem die Flüssigkeit enthalten ist. Die Zusammenziehung beginnt am Herzen und wandert von dem Ursprunge der Arterien bis zu deren Enden, zwar überaus schnell, aber doch immer mit einem gewissen Zeitaufwande. Die Folge dieser Einrichtung ist die, daß die Kontraktion des Herzens sowohl als der Arterien nie die ganze Blutmasse, sondern immer nur einen Theil derselben in Bewegung zu setzen braucht, und gerade dadurch wird es möglich, daß jene Kontraktionen den Widerstand der Haargefäße überwinden. Es gilt hier nämlich das Gesetz der Wellenbewegung, daß eine sehr kleine Kraft alle Theilchen eines sehr großen Körpers allmälig in Bewegung setzen kann, während dieselbe Kraft, wenn sie gleichzeitig auf den ganzen Körper wirken sollte, ohne allen Erfolg bleiben würde.

Die elastische Zusammenziehung der Schlagadern unterstützt den Kreislauf durch zweckmäßige Vertheilung, nicht aber durch Vermehrung der bewegenden Kraft. Es ist nämlich einleuchtend, daß das Blut durch Ausdehnung der widerstrebenden Arterienwände ebensoviel an Kraft verliert, als es nachmals durch die elastische Zusammenziehung derselben an Kraft gewinnt.

Aus dem Vorhergehenden erklärt es sich von selbst, warum das Blut in den Gefäßen nicht in periodischen Stößen bewegt wird, sondern gleichmäßig fließt. Sobald nämlich das Herz sich vollkommen zusammengezogen hat und dessen Einwirkung auf das Blut aufhört, so beginnt die Zusammenziehung der Arterien, welche das Blut weiter treibt.

§. 336. Die Haargefäße scheinen zur Vermehrung der bewegenden Kraft des Blutes nichts beizutragen. Zwar nimmt L. H. Schulz an, die Haargefäße besäßen das Vermögen, das arterielle Blut an sich zu ziehen und das venöse Blut von sich zu

stoßen, allein diese Annahme ist nicht nur willkührlich, sondern auch unwahrscheinlich. Die Haargefäße bilden ein engmaschiges Netz (Fig. 37.) in welchem ein arterieller und venöser Theil durchaus nicht unterschieden werden kann, und da das arterielle Blut in venöses verwandelt wird, so muß es in gewissen Momenten weder das Eigenthümliche der einen noch der andern Blutart an sich tragen.

Allerdings besitzen die Haargefäße eine gewisse Kontraktilität, sogar in höherem Maaße als die Arterien. Gewisse Reizmittel, wie Kochsalz, veranlassen sie zu vermehrter Ausdehnung, andere, wie Galvanismus, bewirken in ihnen Zusammenziehung. Allein alle diese Bewegungen gehören zu denen, welche man unmerkliche nennt, sie gehen langsam vor sich und scheinen auf keine Weise geeignet, den Kreislauf zu unterstützen.

Dagegen sind die Haargefäße im Stande, den Kreislauf zu modificiren, und die Blutbewegung in einzelnen Organen umzuändern. Die Kongestionen des Blutes nach einzelnen Theilen, das Erröthen und das Erblassen weisen auf Blutbewegungen hin, welche unmöglich vom Herzen abhängen können, weil der Einfluß des Herzens auf das Blut sich nothwendig über das ganze Gefäßsystem verbreitet. Alle vorerwähnte Erscheinungen sind mit Bewegungen der Haargefäße verbunden, doch ist nicht ausgemacht, daß diese Bewegungen in allen Fällen die Ursache der Erscheinungen enthalten. Die Erweiterung der Haargefäße nämlich, welche bei örtlichem Blutandrang jedesmal eintritt, könnte eben sowohl Folge als Ursache dieses Andranges sein, und da wir genügende Beweise für ein lebendiges Ausdehnungsvermögen organischer Theile nicht besitzen, so würde es angemessener sein, die Ausdehnung der Haargefäße als Folge des Blutandranges zu betrachten, wenn nur begreiflich wäre, wie ein solcher Blutandrang entstehen könnte. Alle diese Schwierigkeiten fallen weg, wenn man annimmt, daß die Haargefäße unaufhörlich das Bestreben der Verengerung haben, wie dasselbe die Schließmuskeln besitzen. Dieses Bestreben, sich zu schließen, könnte zunehmen und nachlassen und dem Grade nach auf ähnliche Weise von den Leidenschaften abhängig sein, wie in den Sphinkteren von dem Willen.

§. 337. Die Venen sind zwar in den größten, dem Herzen zunächst liegenden Stämmen mit Kontraktilität begabt, aber wie

es scheint nur in geringerem Maße und jedenfalls in einer so kleinen Ausdehnung, daß hierauf wenig Gewicht zu legen ist. Daher findet man die Venen nach dem Tode voll von Blut. Was die Klappen derselben anlangt, so muß man deren Einfluß auf den Kreislauf auch nicht überschätzen. Sie sind wichtig, insofern sie das Rückwärtstreten des Blutes verhindern, welches in den Venen leicht vorfallen könnte, da diese sehr äußerlich liegen und höchst nachgiebige Gefäßwände besitzen. Auch läßt sich nicht leugnen, daß Druck auf die Venen den Kreislauf beschleunige, indem das gequetschte Blut, welches nach rückwärts nicht entweichen kann, nach dem Herzen hin strömen muß, nur ist jene Beschleunigung nicht wesentliche Bedingung des Kreislaufs. Dies beweist die Erfahrung, daß während des Schlafs, wenn die Glieder ruhn und jeder Druck auf die Venen wegfällt, der Kreislauf fortbesteht.

§. 338. Mehrere achtungswerthe Physiologen haben dem Blute ein eigenthümliches Leben und, in Folge dessen, bewegende Kraft zugeschrieben. Nach ihnen soll das Blut, auch ohne Mitwirkung des Herzens, durch ein inneres Princip zum Kreislauf genöthigt werden. Die Erfahrungsgründe auf welche man diese Ansicht stützte, sind schon oben zur Sprache gekommen, wo wir zeigten, daß ohne Mitwirkung des Herzens ein Kreislauf nicht stattfinde (§. 332). Uebrigens wissen wir mit der erwähnten Ansicht keinen deutlichen Begriff zu verbinden. Das Blut besteht, wie unten zu zeigen, aus Blutwasser und Blutkügelchen, welche in diesem schwimmen. Einer solchen Mischung ein so ausgebildetes Leben zuzuschreiben, daß selbstständige Ortsbewegung stattfinden könne, ist gegen alle Analogie. Man könnte allenfalls annehmen (obschon ohne rechtfertigende Thatsachen), daß die Blutkügelchen Thierchen wären, welche im Blutwasser schwämmen; daß aber das letztere aus eigner Macht den Kreislauf vollende, widerstrebt, nach unserer Ansicht, selbst der kühnsten Vorstellung.

§. 339. Unterstützt wird der Kreislauf durch die saugende Kraft des Herzens. Wenn dieses sein Blut durch Zusammenziehung ausgestoßen hat und dann vermittelst der Elasticität in seine ursprüngliche Form zurückkehrt, so entsteht ein leerer Raum, welcher nach bekannten physikalischen Gesetzen eine saugende Kraft ausübt. Man könnte zweifeln, ob die nachgiebigen Venenwände ein Saugen gestatteten, indeß lehrt die Erfahrung, daß dies stattfinde. Wenn

man eine hufeisenförmig gebogene Glasröhre mit gefärbtem Wasser füllt und den einen Schenkel des Instrumentes in eine Vene so einbringt, daß die Oeffnung desselben dem Herzen zuwärts gerichtet ist, so sieht man in dem zweiten aufwärts steigenden Schenkel das Wasser abwechselnd steigen und fallen. Jedes Fallen entspricht einer Erweiterung des Herzens und entsteht dadurch, daß das Herz Venenblut aufsaugt, worauf Wasser in die leergewordene Vene nachdringt. Die Versuche haben indeß gelehrt, daß jene aufsaugende Kraft sich auf die dem Herzen zunächst liegenden Venen beschränkt; man weiß ferner, daß eine unterbundene Blutader auf der vom Herzen abgewendeten Seite anschwillt, in welchem letzteren Falle die saugende Kraft des Herzens nicht wirken kann. Hieraus ergiebt sich, daß das erwähnte Saugen nur ein unwesentliches Hülfsmittel des Kreislaufs ist.

§. 340. Auch das Athmen hat Einfluß auf den Kreislauf. Beim Ausathmen wird die Brusthöhle verengert, die großen Gefäßstämme werden gedrückt, und das Blut muß in Folge der Gefäßklappen in der Richtung des Kreislaufs entweichen. Das Einathmen dagegen unterstützt die Blutbewegung durch die Kraft des Saugens. Wenn nämlich beim Athemholen der Brustkasten erweitert wird, so entsteht in seinem Innern ein leerer Raum, welchen die Atmosphäre mit Gewalt zu füllen strebt. Sie drückt daher auf die der Brusthöhle zunächst liegenden Venen und zwingt diese, ihr Blut in die großen Venenstämme zu entleeren. Indeß ist auch dieses Hülfsmittel des Kreislaufs nur von untergeordneter Wichtigkeit, denn bei Oeffnung der Brusthöhle besteht der Kreislauf fort, obschon dann ein Saugen nicht mehr stattfinden kann.

§. 341. Der Puls besteht in einer Ausdehnung der Arterien und diese beruht darauf, daß das Herz in die schon vollen Gefäße eine neue Blutmenge eintreibt. Der Druck, welchen das aus dem Herzen ausgestoßene Blut auf die gesammte Blutmasse ausübt, verbreitet sich, wie schon bemerkt wurde, nach dem Gesetze der Wellenbewegung (§. 335.) Aus diesem Grunde ist der Puls nicht vollkommen gleichzeitig in allen Gefäßen, sondern tritt in denen, welche vom Herzen am weitesten entfernt liegen, ungefähr $\frac{1}{6}$ Sekunde später ein, als in den nächst liegenden Schlagadern. Die Zusammenziehung des Herzens ist der einzige Grund des Pulses, daher die Zahl der Pulsschläge mit der Zahl der Herzschläge übereinstimmt.

Die Erscheinungen des krankhaften Pulses stehen mit dieser Lehre nur in scheinbarem Widerspruche. So kommen Fälle vor, wo der Puls bei fortdauerndem Herzschlage aussetzt. Diese Erscheinung mag darauf beruhen, daß wegen Stockungen im Venensystem das Herz nur wenig Blut zugeführt bekommen hat und demnach auch wenig wieder ausstoßen kann. Dieses wenige Blut reicht dann nicht aus, die Arterien auf eine fühlbare Weise auszudehnen.

§. 342. Poiseuille erfand ein Instrument, durch welches er nachwies, daß die Höhle einer Arterie beim Pulse $\frac{1}{1\,1}$ an Raum gewinnt. Die Ausdehnung, welche die Arterie beim Pulse erfährt, trifft ungleich mehr die Länge als die Dicke der Gefäße, so daß man an frei präparirten Arterien das Dickerwerden gewöhnlich mit bloßen Augen nicht wahrnimmt. Was man beim Puls mit der Hand fühlt, ist nicht ein Dickerwerden, sondern eine Ortsbewegung der Arterien. An beiden Enden befestigt, können diese nur dadurch sich verlängern, daß sie ihre gerade Lage aufgeben und sich schlängeln. In den Haargefäßen ist kein Puls bemerklich. Die Ursache dieser Erscheinung ist nicht darin zu suchen, daß der Einfluß des Herzens auf das Blut in den Haargefäßen aufhört, sondern darin, daß die Höhle der gesammten Haargefäße ohne Vergleich weiter ist, als die Höhle der Schlagadern. Dieselbe Blutmenge, welche bei ihrem gewaltsamen Eindringen die kleine Arterienhöhle merklich ausdehnt, kann die sehr weite Höhle der Haargefäße nur unmerklich ausdehnen. Auch in den Venen bemerkt das Getast keinen Puls, obschon er durch Benutzung des Blutkraftmessers nachgewiesen werden kann (§. 331.).

§. 343. Die Aerzte berücksichtigen beim Pulse 1. die Zahl der Schläge in einer gegebenen Zeit, und nennen ihn demgemäß entweder häufig oder selten; 2. die Schnelligkeit der Ausdehnung, welche auch bei seltenem Pulse vorkommen kann, bezeichnet durch die Worte: schneller und langsamer Puls; 3. die Größe der Ausdehnungen, wonach: großer und kleiner Puls; 4. die Menge des Blutes, welche bewirken kann, daß selbst während der Zusammenziehung der Arterien diese dick erscheinen: voller oder leerer Puls; 5. die Energie der Ausdehnung, je nachdem ihr mehr Druck oder Stoß zum Grunde liegt: weicher

oder harter Puls; 6. die Zwischenräume der Pulsschläge in Bezug auf ihre Regelmäßigkeit: gleichmäßiger und ungleichmäßiger Puls.

Der häufige Puls hängt davon ab, wie oft, der schnelle Puls, wie plötzlich das Herz sich zusammen zieht. Der große Puls kann eben so wohl von der Fülle des Blutes, bei entsprechender Kontraktilität der Arterien, als von einem Zustande des Herzens bedingt werden, welches bei unvollständigen Zusammenziehungen die Arterien nur wenig ausdehnt, was einen kleinen Puls zur Folge hat. Der harte Puls hängt theils von der Energie des Herzens, theils von dem Zustande der Arterienwände ab, welche letztere im zusammengezogenen Zustande dem Herzen nicht allmälig genug nachgeben. Der ungleichmäßige Puls ist stets krankhaft und seine Ursachen lassen sich nach dem Gesagten beurtheilen.

§. 344. Auch bei gesunden Menschen ist der Puls sehr verschieden, namentlich in Bezug auf Häufigkeit. Der Puls ist bei Frauen und Kindern häufiger, als bei Männern und Erwachsenen. Bei neugebornen Kindern sind 120—150 Pulsschläge in einer Minute bemerkbar, während zwischen dem zwanzigsten und vierzigsten Jahre 70 — 75, im beginnenden Greisenalter nur einige 60 vorkommen. Auch die Tageszeit hat Einfluß auf die Zahl der Pulsschläge. Die geringste Zahl wird früh bemerkt; dann tritt ein allmäliges Steigen ein, bis Nachmittags um 4 oder 5 Uhr, worauf wieder ein Sinken bemerklich wird. In Folge der Hauptmahlzeit und des Schlafes wird der Puls seltner, aber Wärme und Muskelbewegung beschleunigen ihn.

§. 345. Die Schnelligkeit der Blutbewegung ist nicht in allen Gefäßen gleich groß, eine Erscheinung, die damit zusammenhängt, daß die Höhle zweier Arterienäste weiter ist, als die Höhle ihres gemeinsamen Stammes, daher überhaupt die Weite der Gefäßhöhle gegen das Haargefäßnetz hier beträchtlich zunimmt. Um die Verlangsamung des Blutlaufs in der allmälig sich erweiternden Gefäßhöhle zu begreifen, stelle man sich diese Höhle zuerst leer vor. Die linke Herzkammer zieht sich zusammen und erfüllt einen Theil der Aorta, der eben so viel Blut faßt, als sie selbst faßte. Die zweite Zusammenziehung des Herzens übergiebt der Aorta eine zweite Portion Blut, welche die zuerst

eingetretene vor sich herschiebt. Der zweite Herzschlag bringt also die erste Blutportion in eine zweite Station der Aorta. Gesetzt nun, in dieser zweiten Station wäre die Gefäßhöhle bereits doppelt so groß, als in der ersten, so ist einleuchtend, daß dieselbe Blutportion, welche in der ersten Station ein Stück der Gefäßhöhle von einer bestimmten Länge zu erfüllen vermöchte, in der zweiten Station nur ein Stück, gleich $\frac{1}{2}$ dieser Länge, erfüllen würde. Hieraus ergiebt sich, daß das Blut in derselben Zeit, nämlich während der Zusammenziehung der Herzkammer, zunächst am Herzen, einen doppelt so langen Weg zurücklegen würde, als weiter abwärts vom Herzen, wo die Weite der Gefäßhöhle sich verdoppelt hat.

Da die Weite der Gefäßhöhle im Ganzen genommen mit der Zahl der Gefäßverzweigungen zunimmt, gegentheils aber die einzelnen Gefäße um so kleiner werden, je mehr sie sich verzweigen, so ist der Blutlauf in den feinsten Adern, und namentlich in den Haargefäßen, am langsamsten. Zwar haben einige Beobachter das Gegentheil angegeben, und in der That scheinen bei Benutzung des Mikroskops die Blutkügelchen mit äußerster Geschwindigkeit durch die Haargefäße zu eilen, allein diese Geschwindigkeit ist nur scheinbar. Man darf nicht vergessen, daß die beträchtlichen Vergrößerungen, deren man sich bedient, um den Blutlauf zu beobachten, nicht blos den Durchmesser der Blutkügelchen, sondern auch ihre Geschwindigkeit vergrößern. Wir schätzen nämlich die Geschwindigkeit der Bewegung nach der Größe des Raumes, welcher in einer gegebenen Zeit zurückgelegt wird, und das Mikroskop vergrößert, wie die Blutkügelchen selbst, so auch den Raum, welchen sie durchlaufen. Bei Berücksichtigung dieses Umstandes findet man daß die Blutbewegung in den Haargefäßen sehr langsam ist, und diese Langsamkeit ist wichtig, weil sie dem Blute Zeit gestattet, mit den Organen, welche es ernähren soll, in Wechselwirkung zu treten.

§. 346. Die Schnelligkeit der Blutbewegung hängt von denselben Umständen ab, welche die Schnelligkeit des Herzschlages oder, was dasselbe ist, die Schnelligkeit des Pulses bedingen (§. 344.). Man muß erwägen, daß die gesammte Blutmasse genöthigt ist durch das Herz zu fließen, und daß der Durchtritt durch dieses von den Zusammenziehungen des Herzens abhängt.

Es bedarf einer gewissen Anzahl solcher Zusammenziehungen, um die gesammte Blutmasse durch das Herz hindurch zu treiben, und es ist einleuchtend, daß, wenn diese Zusammenziehungen in einer kürzern Zeit zu Stande kommen, ein ganzer Kreislauf schneller vollendet wird. Nimmt man an, daß die Blutmenge eines erwachsenen Menschen 20 Pfund beträgt und daß bei jedem Herzschlage $1\frac{1}{2}$ Unze Blut der Aorta übergeben wird, so würde ein Kreislauf 107 Herzschläge, oder 1—2 Minuten Zeit, bedürfen. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Angabe, selbst bei den Voraussetzungen, die wir machten, nur ein mittleres Verhältniß andeutet. Denn ein Blutkügelchen, welches den kurzen Kreislauf durch das Herz zu vollenden hat, wird in weniger Zeit umgetrieben werden müssen, als ein anderes Kügelchen, welches den ungleich längeren Kreisbogen durch das Bein und den Fuß beschreibt.

§. 347. Der Kreislauf steht unter dem Einfluß des Nervensystems, obschon gewisse Erscheinungen auf den ersten Anblick das Gegentheil anzudeuten scheinen. Die Herzbewegung, von welcher der Kreislauf abhängt, ist, nach Haller, unabhängig vom Einfluß der Nerven. Allerdings bringt Reizung der Herznerven keine Zuckungen im Herzmuskel hervor, und selbst aus dem Leibe geschnitten, und demnach ohne allen Zusammenhang mit den Centralorganen des Nervensystems, bewegt sich das Herz fort. Indeß beweisen diese Erfahrungen die Unabhängigkeit des Herzens vom Nervensystem keineswegs. Es ist ausgemacht, daß Befeuchtung des Gehirns oder des Rückenmarkes mit Weingeist die Zahl der Herzschläge in einer gegebenen Zeit vermehrt, Befeuchtung mit Tabakaufguß dagegen verringert. Galvanischer Reiz, auf einzelne Nervenäste des Herzens angewendet, beschleunigt den Pulsschlag ebenfalls, und durch Galvanisirung des herumschweifenden Nerven gelang es mir, bei einem Frosche den Herzschlag $1\frac{1}{2}$ Minute lang gänzlich zu unterdrücken. Der Einfluß des Nervensystems auf die Herzbewegung ist also ganz unleugbar, obschon er in einer andern Form auftritt, als in den willkührlichen Muskeln. Der Einfluß des Nervenreizes zeigt sich nicht in Zuckungen, sondern in einer Veränderung des Rhythmus der Bewegungen. Wir haben gesehen, daß in allen Organen des pflanzlichen Lebens Bewegungen vorkommen, welche an einen

gewissen Rhythmus gebunden sind, und die Erfahrung lehrt, daß durch Nervenreize in ihnen allen dieser Rhythmus verändert werden kann. Dies berechtigt zu dem Schlusse, daß die Nerven des Herzens, wie die aller übrigen Organe des vegetativen Lebens, nach eigenthümlichen Gesetzen wirken, und daß Zuckungen bei Nervenreiz eben nur deshalb nicht entstehen, weil vereinzelte und plötzliche Bewegungen mit den Lebensbedingungen der pflanzlichen Organe in Widerspruch standen.

Was aber die zweite Erfahrung anlangt, daß das Herz, auch wenn es aus dem Leibe herausgeschnitten wird, fortschlägt, so beweist diese nur so viel, daß die Bewegung des Herzens nicht in jedem Zeitmomente der Unterstützung des Gehirns, des Rükkenmarkes und des Sympathikus bedarf. Im Herzen selbst sind Nerven, welche auch nach der Trennung von den Centralorganen eine lebendige Kraft behalten. Der Umstand nämlich, daß Reizung dieser Nerven den Herzschlag beschleunigt, beweist schon einen Ueberrest von Nervenkraft.

Die angeführten Erfahrungen und der Einfluß der Leidenschaften auf den Herzschlag beweisen unwiderleglich eine Abhängigkeit der Herzbewegung und folglich auch des Kreislaufs vom Nervensysteme, indeß ist hiermit nicht bewiesen, daß die Nervenkraft die letzte Ursache der Herzbewegung überhaupt sei. Die Gründe, welche für und wider die letztere Ansicht angeführt werden, sind nicht entscheidend. Es giebt Mißgeburten, bei welchen Hirn und Rückenmark fehlt, und bei welchen der Kreislauf demungeachtet in Ordnung ist. Wollte man nun die letzte Ursache des Kreislaufs in das Gangliensystem verlegen, so würde man noch unvollkommnere Mißgeburten berücksichtigen müssen, bei welchen auch dieses System fehlte. Indeß sind alle Erfahrungen der Art deshalb ohne große Beweiskraft, weil bei so regelwidrigem Baue der Kreislauf wohl durch außergewöhnliche Mittel bewerkstelligt werden konnte.

Wenn man das Herz eines Frosches mit Opiumtinktur anfüllt, so hört der Herzschlag sogleich auf, während er außerdem 10 — 15 Stunden nach dem Tode des Thieres fortdauert. Obschon auch diese Erfahrung nichts entscheidet, so ist sie doch jedenfalls wichtig, denn am wahrscheinlichsten ist es immer,

daß die Wirkung jenes Mittels von einer Lähmung der Nervenkraft ausgeht.

§. 348. Le Gallois suchte durch Versuche zu beweisen, daß das Rückenmark die Ursache des Kreislaufes sei und daß das Herz von ihm seine bewegende Kraft empfange. Er konnte zwar nicht leugnen, daß das Herz, selbst getrennt vom Körper, noch fort schlage, behauptete aber, daß diese Herzschläge nicht ausreichten, den Kreislauf zu unterhalten. Spätere Versuche haben die Ansicht des französischen Physiologen vollständig widerlegt. Wenn man, wie Le Gallois immer that, das Rückenmark theilweise oder in seiner ganzen Ausdehnung plötzlich zermalmt, so wird allerdings der Kreislauf des Blutes beträchtlich geschwächt, oft sogar aufgehoben; wenn man aber das Mark entweder allmälig zerstört, oder, mit Hülfe des Messers, ganz wegnimmt, so besteht der Kreislauf, obschon geschwächt, einige Zeit fort.

Wir müssen bekennen, daß alle Untersuchungen über die letzte Ursache der Herzbewegung nur unbefriedigende Resultate gegeben haben. Gewiß ist, daß der Herzschlag in Bezug auf Rhythmus und Kraft unter dem Einfluß des Nervensystems stehe; gewiß ist ferner, daß ein hinreichend kräftiger Herzschlag auch ohne unmittelbare Einwirkung des Gehirns und Rückenmarkes statt finden könne, dagegen ist zweifelhaft, ob die Nerven des Herzens die Ursache seiner rhythmischen Pulsationen enthalten.

§. 349. Nicht blos der Kreislauf im Ganzen, sondern auch die vom Herzen unabhängige Blutbewegung in einzelnen Theilen, steht unter dem Einfluß des Nervensystems. Den sichersten Beweis hierzu bietet der Einfluß der Affekte. Das Schamgefühl treibt das Blut in die Wangen, und geschlechtliche Begierden veranlassen Blutandrang zu den Theilen, welche der Fortpflanzung dienen; Schmerzgefühl ist fast immer von örtlichem Blutandrange begleitet. Einige Beobachter glaubten auch gefunden zu haben, daß Durchschneidung eines Nerven den Kreislauf in den Haargefäßnetzen des betheiligten Gliedes vernichte, indeß scheint diese Beobachtung irrig. Andere behaupten, daß nach Durchschneidung der Nerven das Blut der Arterien sich dunkel färbe, eine Angabe, welche noch der Bestätigung bedarf.

Siebenter Abschnitt.

Vom Blute und dessen Antheil an der Ernährung.

§. 350. Das Blut ist eine schwach alkalisch wirkende Flüssigkeit, welche 5 — 6 Procent schwerer, als ein gleiches Maßtheil Wasser ist. Seine Menge läßt sich genau nicht schäzzen, dürfte aber in einem erwachsenen Menschen zwischen 20 und 30 Pfund betragen. Seine Farbe ist hochroth in den Gefäßen, welche mit der linken Herzhälfte zusammenhängen, dunkelroth in denen, welche mit der rechten Hälfte in Verbindung stehen. Wenn man das Venenblut dunkel, das Schlagaderblut hell nennt, so abstrahirt man von den Gefäßen des kleinen Kreislaufs (§. 297.), in welchen das umgekehrte Verhältniß stattfindet, und berücksichtigt nur den großen Kreislauf, dessen Gefäße allerdings der Betrachtung näher liegen.

§. 351. Wenn man die Adern an durchsichtigen Theilen lebender Thiere beobachtet, so unterscheidet man, bei hinreichenden mikroskopischen Hülfsmitteln, im Blute eine wasserhelle Flüssigkeit und kleine, rothe Körperchen, welche in ihr schwimmen. Diese Körperchen, welche auch Blutkügelchen und Blutbläschen genannt werden, sind im Menschen scheibenförmig und ungefähr $\frac{1}{5}$ so dick, als breit. Ihr Durchmesser beträgt $\frac{1}{3000}$ bis $\frac{1}{3500}$ Zoll, so daß zur Deckung einer Fläche von 1 Quadratzoll 9 Millionen derselben gehören würden. Da diese Körperchen im Blute sehr dicht beisammen schwimmen, so muß ihre Menge im menschlichen Körper ganz unermeßlich sein. Die Blutkügelchen bestehen aus einem Kerne (wahrscheinlich geronnener Faserstoff) und aus einer Hülle, der rothfärbenden Substanz. In Wasser, nicht aber im Blutwasser, löst sich die rothe Hülle auf, der Kern wird frei und läßt sich dann selbstständig beobachten.

§. 352. Wenn man Blut aus der Ader läßt, so gerinnt es und nimmt die Gestalt des Gefäßes an, in welchem es aufgefangen wurde. Dabei sickert aus der Oberfläche des Gerinsels eine schmuzig gelbliche Flüssigkeit, das Blutwasser oder Serum, hervor, und bedeckt den festen, rothen Theil, welchen man Blutkuchen nennt. Wäscht man diesen sorgfältig aus, so verliert sich die rothe Farbe gänzlich, und es bleibt ein weißliches, faseriges Gewebe übrig, welches aus wahrem Faserstoff (§. 11.) besteht.

Das Gerinnen des Blutes erfolgt unter dem Einfluß von Wärme und von Kälte, bei Ruhe und bei Bewegung, desgleichen unter der Luftpumpe, wenn der Einfluß der atmosphärischen Luft abgehalten wird. Das Nichtgerinnen des Blutes im Innern des Körpers scheint also nicht davon abzuhängen, daß hier der Einfluß der Luft, Kälte u. s. w. wegfällt, sondern davon, daß die Gefäßwände eine belebende Kraft auf das Blut ausüben. In Uebereinstimmung hiermit ist die interessante Beobachtung von Hewson, daß nicht alles aus der Ader gelassene Blut gleichzeitig gerinnt, sondern daß das Gerinnen um so schneller erfolgt, je mehr ein Thier schon Blut verloren, und je mehr also seine Lebenskraft schon geschwächt ist. Das Blut gerinnt nicht in Personen, welche vom Blitze erschlagen oder mit Blausäure vergiftet wurden. Wahrscheinlich hängt dies von chemischen Einwirkungen ab, welche die gewöhnliche Zersetzungsweise des Blutes nicht zulassen. So gerinnt mit Alkalien versetztes Blut ebenfalls nicht, obschon es fault.

Bei Entzündungskrankheiten gerinnt das Blut auf eine eigenthümliche Weise. Es zersetzt sich nämlich nicht nur in den Blutkuchen und das Blutwasser, sondern die geronnenen Theile bilden einerseits einen rothen Kuchen, am Boden des Gefäßes, andererseits eine schmuzig weiße Haut, die sogenannte Speckhaut, welche aus Faserstoff besteht und die Flüssigkeit bedeckt. Der rothe Blutkuchen besteht hier vorzugsweise aus Blutkügelchen, welche im Entzündungsblute aus unbekannten Gründen zu Boden sinken, bevor die Gerinnung des Faserstoffs zu Stande kommt.

§. 353. Der Faserstoff ist, mit Ausnahme des Kernes der Blutkörperchen, im Blutwasser aufgelöst. Dies läßt sich sehr gut an Froschblut nachweisen. Die Blutkörperchen der Frösche sind beträchtlich größer, als die der Menschen, und bleiben bei Durchseihung durch graues Löschpapier auf dem Filtrum zurück, während das Blutwasser allein durchdringt. Das durchgeseihte Blutwasser gerinnt nun ebenfalls, und bildet einen Kuchen aus Faserstoff. Schon früher ist bemerkt worden, daß man durch Schlagen und Quirlen des Blutes die Ausscheidung des Faserstoffs bewirken kann, welcher bei diesem Verfahren gerinnt, und von dem Blutwasser, in welchem die Blutkörperchen schwimmen, leicht getrennt werden kann. Untersucht man hierauf die Blut-

körperchen, so findet man ihre Gestalt unverändert, und es ist daher nicht wahrscheinlich, daß an dem gewonnenen Gerinsel der Faserstoff aus den Kernen zerstörter Blutkörperchen besondern Antheil habe.

Genaue und wiederholte Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß das Blut des männlichen Körpers einen größern Antheil Faserstoff enthalte aber weniger Serum, als das Blut der Frauen.

§. 354. Das Blutwasser oder Serum enthält Eiweiß, freies Kali und Natrum, milchsaure, salzsaure und phosphorsaure Salze dieser Basen und endlich Osmazom. Es bildet den Hauptbestandtheil des Blutes, denn letzteres enthält auf 100 Theile:

Blutkuchen 12,92 — Eiweiß 8,69 — Blutwasser 78,39.

§. 355. Das Blutroth oder der Cruor giebt dem Blute seine Farbe. Es bildet, wie schon bemerkt wurde, einen Ueberzug über die Blutkörperchen und ist auflöslich in reinem Wasser, nicht aber in Wasser, welchem Eiweiß beigemischt ist. Hieraus erklärt es sich, warum der Cruor im Blutwasser nicht aufgelöst wird. Das Blutroth unterscheidet sich vom Schleim durch Gerinnbarkeit, vom Eiweiß dadurch, daß es bei größerer Verdünnung mit Wasser und bei geringeren Hitzegraden gerinnt, vom Faserstoff durch seine Auflöslichkeit im Wasser. Es enthält nur wenig feste Bestandtheile, denn als Berzelius 400 Gran getrocknetes Blutroth einäscherte, so erhielt er nur 5 Gran Asche, welche zur Hälfte aus Eisenoxyd, zur Hälfte aber aus verschiedenen Salzen bestand. Ueber das färbende Princip im Blutroth weiß man nichts Gewisses. Es ist wahrscheinlich, daß das Eisen daran Theil hat, nur scheint seine Menge im Blute viel zu gering, um dessen gesättigte Farbe zu erklären. Die Umstände, von welchen der Farbenunterschied des venösen und arteriellen Blutes abhängen, werden bei der Lehre vom Athmen Erwähnung finden.

§. 356. Das Blut enthält zuweilen etwas freies Fett, und in allen Fällen gewisse Fettarten in gebundenem Zustande. Außerdem kommen in dem Blute eine Menge Substanzen zufällig vor, indem sie mit den Nahrungsmitteln in dasselbe gelangen. Auch rohe Stoffe, namentlich Arzneisubstanzen, welche man Thieren beibringt, lassen sich im Blute wiederfinden. Was die Salze

anlangt, welche entweder ganz frei oder nur locker gebunden im Blute vorkommen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sie Stoffe sind, welche aus den ernährten Organen in das Blut übergegangen sind, und welche nur deshalb in so geringer Menge vorkommen, weil sie unaufhörlich von den Sekretionsorganen ausgeschieden werden. Für diese Ansicht spricht die wichtige Erfahrung, daß nach Ausschneidung der Nieren, welche den Harn absondern, der Harnstoff im Blute sich nachweisen läßt, offenbar nur, weil er nach dieser Operation sich anhäuft. Hieraus läßt sich schließen, daß wohl noch andere Absonderungsstoffe im Blute fertig vorhanden sind.

§. 357. Wenn man das Blut bis auf seine Elemente zerlegt, so findet man Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Chlor, Schroefel, Phosphor, Eisen, Kalium, Kalcium, Natronium und Magnesium, also die Mehrzahl der Elemente, welche im Körper überhaupt vorkommen (§. 2.). Da das Blut alle Organe ernährt, so enthält es unstreitig alle Elemente, und nur die außerordentlich geringe Menge, in welcher sie vorkommen, mag Schuld sein, daß die Chemie bis jetzt noch nicht im Stande war, sie darzustellen.

§. 358. Da bei der Ernährung des Körpers unaufhörlich Blut verbraucht wird, und da beträchtliche Blutverluste nur mit vorübergehenden Beschwerden verbunden sind, so muß der Körper das Vermögen haben, neues Blut zu bilden. Wir wissen über die Blutentstehung nur wenig. Der Anfang der Blutbildung geschieht mit der Erzeugung des Chylus, von welchem schon gehandelt worden ist. Wir haben gezeigt, daß der Chylus im Verlauf durch die Lymphdrüsen dem Blute immer ähnlicher wird, indeß ist er bis zu dem Augenblicke, wo er in das Venenblut einfließt, noch immer vom Blute außerordentlich verschieden. Vor Allem fehlt ihm der Cruor, über dessen Entstehen noch gar nichts bekannt ist. 10—12 Stunden, nachdem sich die Speisesaftröhre in die Venen entleert hat, ist der Chylus im Blute noch durch das Vorkommen von weißlichen Streifen erkennbar.

Daß das Athmen zur Blutbildung beiträgt, ist wahrscheinlich, da die wichtigste Eigenschaft des Blutes, seine belebende Kraft, von der Wechselwirkung desselben mit der Luft abhängig ist. Indeß ist man nicht berechtigt, die Blutbildung von irgend einem

bestimmten Organe abhängig zu machen, da im Embryoleben das Blut entsteht, noch ehe einzelne Organe sich nachweisen lassen. Nach Baumgärtner's schönen Untersuchungen entsteht das Blut im Eie der Thiere aus den Kügelchen, welche den Dotter ausmachen. Diese Kügelchen verändern sich in Bezug auf Gestalt und Größe, sie werden durchsichtig, dann roth und erscheinen endlich als wahre Blutkügelchen. Dieser Hergang ist bei verschiedenen Thierarten so gleichmäßig wahrgenommen worden, daß man auf ähnliche Processe im Fruchtleben des Menschen mit Recht schließen darf. Nach diesen Erfahrungen hat es den Anschein, als wenn gewisse thierische Stoffe, auch ohne Vermittelung besonderer Organe, in Blut verwandelt würden. Man könnte nun vermuthen, daß im reifen Thiere die Chyluskügelchen (§. 284.), wie im unreifen die Dotterkügelchen, in Blutkörperchen verwandelt würden. Jedenfalls muß man sich hüten, diese Hypothese zu weit auszuführen und etwa anzunehmen, daß die Kügelchen des Chylus die vorgebildeten Kerne der Blutkörperchen wären, also nur noch der Hülle aus Färbestoff bedürften, um fertige Blutkörperchen darzustellen. Die Kerne der letztern und die Kügelchen des Chylus gleichen sich weder der Gestalt, noch der Größe nach.

§. 359. Sowohl die materielle Entwickelung, als auch die Lebensthätigkeit der Organe hängt von dem Blute ab, welches durch die Schlagadern ihnen zugeführt wird. Starker Blutverlust bringt Scheintod hervor, und die Unterbindung einzelner Adern wird von den Aerzten benutzt, um Schwinden und Absterben krankhafter Gebilde zu veranlassen. Nach solchen Unterbindungen folgt alsbald Empfindungslosigkeit*), eine Andeutung von Entmischung in den Nerven, das Organ wird mißfarbig, blau, schwarz und kann endlich in den höchsten Grad der Entmischung, in Fäulniß übergehen. Um den verderblichen Folgen des Blutmangels vorzubeugen, bildet die Natur in gesunden Körpern neue Wege für das Blut, wenn die alten sich schließen. Nur dadurch erklärt sich, warum die Unterbindung der Schlagader des Armes und des Beines, welche der Chirurg bisweilen vornehmen muß, ohne nachtheilige Folgen vorübergeht.

*) Ebenso bei heftiger Kälte, wo das Blut aus der Haut nach den innern Theilen zurückgedrängt wird.

§. 360. Nur das hellrothe, durch Einwirkung der Luft in den Lungen oxygenirte Blut ist tauglich, das Leben der Organe zu erhalten. Bichat zeigte, daß, wenn man das dunkle Venenblut eines Thieres in dessen Schlagadern überleitet, die Funktionen aller der Theile aufhören, in welche diese ungünstig gemischte Flüssigkeit eindringt. Dabei zeigt es sich, daß wenigstens die thierischen Funktionen nicht allmälig, sondern plötzlich aufhören, woraus man zu schließen berechtigt ist, daß das schwarze Blut nicht nur kein lebenerhaltendes, sondern sogar ein lebenzerstörendes Princip enthalte.

§. 361. Die angeführten Erfahrungen beweisen, daß in den Organen ein Stoffwechsel vor sich gehe, dessen lebensgefährliche Folgen nur dadurch verhütet werden, daß das Blut die geforderte organische Mischung wieder herstellt. Auch liegt in dem Vorausgeschickten der deutliche Beweis, daß die Arterien die brauchbaren Stoffe den Organen zuführen, die Venen dagegen die unbrauchbaren wieder hinwegführen. Um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht vollständig zu überzeugen, muß man die materielle Verschiedenheit beider Blutarten berücksichtigen. Schon die Farbe beider ist verschieden, wie bemerkt wurde. Nach J. Müller enthält das arterielle Blut eine größere Menge von Faserstoff, und das Minus desselben im Venenblute läßt sich nur dadurch erklären, daß im Haargefäßnetz ein Theil des Faserstoffs ausgeschieden und zur Ernährung verwendet wird. Da die Muskeln sehr reich an Faserstoff sind, so läßt sich vermuthen, daß sie vorzugsweise diese Substanz des Arterienblutes in Anspruch nehmen. Während das venöse Blut an Faserstoff ärmer zu sein scheint, als das arterielle, scheint es an kohlensauern Salzen reicher zu sein. Nach den Untersuchungen von Gmelin und Tiedemann soll das dunkle Blut $\frac{1}{3}$ mehr gebundene Kohlensäure enthalten, welche also in den Haargefäßen beim Ernährungsproceß aufgenommen zu werden scheint. Die Wichtigkeit dieser Erfahrung kann erst bei der Lehre vom Athmen vollständig gewürdigt werden.

§. 362. Wir haben gezeigt, daß die meisten Elemente, aus welchen unser Organismus zusammengesetzt ist, im Blute wiedergefunden werden. Dagegen sind von den nähern Bestandtheilen des Körpers (§. 8.) nur die wenigsten in ihm enthalten, und selbst Eiweiß, Faserstoff, Osmazom und dergleichen, welche sich

in ihm finden, sind nicht vollkommen dieselben Substanzen, welche unter gleichem Namen in den Organen aufgeführt werden. Schon hieraus ergiebt sich, daß die Ernährung nicht als ein bloßes Anschwemmen von Theilchen durch die Blutgefäße gedacht werden kann.

Der Stoffwechsel der Ernährung kann nur durch einen doppelten Proceß bewerkstelligt werden, durch Aushauchung frischen Stoffes und Auffaugung (Resorption) des verdorbenen. Beide Thätigkeiten müssen sich das Gleichgewicht halten, wenn die Organe der Masse nach erhalten werden sollen. Ist die Aushauchung im Uebergewicht, so entsteht entweder eine allgemeine Zunahme, wie in der Periode des Wachsthums, oder örtliche Anhäufung von Stoffen, z. B. im Zellgewebe Fettanhäufung, in der Schilddrüse die Anschwellung des Kropfes, in den Höhlen des Körpers Wassersucht. Ist dagegen die Resorption übermäßig gesteigert, so entsteht entweder ein Schwinden einzelner Theile, oder allgemeine Magerkeit.

§. 363. Die Aushauchung ist in der Jugend natürlich vorherrschend und bedingt die Zunahme der Körpermasse. Sie geschieht höchst wahrscheinlich vermöge eines Durchschwitzens von Feuchtigkeit durch die zarten Wandungen der Haargefäße, eine Annahme, welche schon durch die Erscheinungen der Endosmose gerechtfertigt scheint. Uebrigens findet sich das Gewebe aller Theile, welche mit Gefäßen versehen sind, voll von einem feuchten Dunste. Spritzt man gefärbte Flüssigkeiten in die Arterien, so dringt das Wasser und bisweilen auch ein Theil des Färbestoffs in das Zellgewebe und man kann daher nicht wohl anders, als die Gegenwart von Poren annehmen. Dagegen ist es eine äußerst unwahrscheinliche Hypothese, daß solche Poren die Blutkügelchen durchtreten ließen und daß letztere die Ur-Theile der aus Kügelchen zusammengesetzten Organe selbst abgäben. Zuvörderst ist es durchaus nicht erwiesen, daß Kügelchen die Formelemente aller Theile des Körpers sind. Ferner haben nach genauen Messungen die Primitivfasern der Nerven und Muskeln einen geringern Durchmesser, als die Blutkügelchen selbst, endlich sieht man letztere nie aus den Haargefäßen austreten, sondern sie gehen in ununterbrochenem Strome aus den Schlagadern in die Venen über.

§. 364. Die Resorption steht ebenfalls unter dem Ein-

fluß der Bildungskraft. Sie wird vorherrschend in den spätern Lebensjahren, wo sie sich namentlich an gewissen Stellen des Körpers wirksam zeigt. So werden nach dem Ausfallen der Zähne die Zahnhöhlenränder aufgesogen, wodurch das Kinn der Nase näher gerückt wird. Die Rückenwirbel werden durch Resorption dünner, daher die Körperlänge abnimmt. Außerdem wird die Aufsaugung durch Druck vermehrt. Durch den klopfenden Druck der Blutadergeschwülste werden Höhlungen in den Knochen hervorgebracht, und es gilt als Hausmittel, auf Brauschen und Ueberbeine eine Münze fest zu binden. Die Medicin ist im Besitz gewisser Mittel (Queckſilber, Arnika), welche innerlich gebraucht die Aufsaugung vermehren, ja sogar solcher, welche specifisch nur auf ein gewisses System wirken, wie z. B. Jodine auf Resorption im Drüsensystem. Dagegen sind Arzneien, welche die Aushauchung vermehrten, nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Die Resorption wirkt nicht in allen Theilen mit gleicher Kraft. Sie ergreift zuerst das Fett und Zellgewebe, dann die Muskeln, während die Nervenmasse nirgends merklich schwindet, so daß Hirn und Rückenmark der an Schwindsucht Verstorbenen nicht kleiner gefunden werden, als in andern Leichen. Diese verschiedenen Wirkungen der Resorption beziehen sich nicht auf die allgemeinen Mischungsverhältnisse der Systeme, denn das Fett der Augenhöhle und der Herzmuskel werden von den heftigsten Graden der Schwindsucht doch verschont.

§. 365. Da Aufsaugung und Aushauchung in allen Theilen des Organismus vor sich gehen, so muß allerdings der Körper unter Einwirkung der Ernährung sich erneuern, und man ist berechtigt anzunehmen, daß nach Verlauf einer gewissen Zeit kein Molekül des ursprünglichen Stoffes mehr übrig ist. In einige Verlegenheit kömmt man durch die Frage, wie das Gedächtniß an früher Erlebtes fortdauern könne, wenn die Organe, an welches dasselbe gebunden ist, nicht fortbestehen. Indeß ist die Schwierigkeit bei der Ernährung aller andern Theile dieselbe, es muß der neu zugeführte Stoff die Funktionen des alten hinweggeleiteten übernehmen. Wie lange Zeit zur gänzlichen Umwandlung des Körpers erforderlich sei, ist nicht anzugeben. Im Kindesalter geht der Ernährungsproceß weit schneller vor sich, als in den spätern Lebensjahren, in kräftigen Subjekten schneller, als in ge-

schwächten, endlich in gewissen Systemen schneller, als in andern, über welche Punkte namentlich heilende Wunden Aufschluß geben.

§. 366. Wie die Masse, so soll die Form der Organe beim Stoffwechsel erhalten werden. Indeß gilt dieser Satz nur mit Einschränkung. Die Formen verwandeln sich im Verlauf des ganzen Lebens sehr beträchtlich, und zwar nach einem gewissen Typus, welchen die ernährenden Kräfte, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, im Auge behalten müssen. Hierauf ist Gewicht zu legen, weil die genannte Erscheinung die Unhaltbarkeit jeder mechanischen Theorie der Ernährung hinlänglich darthut.

§. 367. Der dritte wesentliche Punkt bei der Ernährung ist die Erhaltung der rechten Mischung, die nur dann stattfinden kann, wenn jedem Organe Entsprechendes zugeführt wird, während die Resorption Alles entfernt, was dem entgegensteht. Im gesunden Körper geschieht beides, obschon gewisse Mischungsveränderungen nicht nur mit der Gesundheit bestehen können, sondern auch in Folge der Entwickelungserscheinungen unvermeidlich eintreten. So verliert der Körper des Greises die jugendliche Vollsaftigkeit, die Muskeln werden trockner und derber, die Arterien verknöchern u. s. w. In Folge von Krankheiten entstehen aber bisweilen noch auffallendere Mischungsfehler. Bei Leberleiden setzt sich Gallenstoff in allen Theilen des Körpers ab, bei Augenentzündungen wird eine milchige Masse in der durchsichtigen Hornhaut ausgeschwitzt, Muskeln werden in Fett verwandelt und Arterien, Sehnen, ja selbst Theile des Gehirns verknöchern.

§. 368. Wir sehen, daß bei der Ernährung eine vollständige Verähnlichung der zugeführten Nahrungsstoffe eintritt, und diese Assimilation tritt uns materiell und dynamisch im Fortbestehen von Form, Mischung und Funktion unverkennbar entgegen. Leider müssen wir uns begnügen, die Erscheinung zu kennen, während die Art und Weise der assimilirenden Thätigkeit uns dunkel bleibt. Erwägt man erstens, daß die Anordnung der Haargefäße in den verschiedenen Organen keine merklichen Unterschiede zeigt, und zweitens, daß ein und dasselbe Gefäß zur Ernährung der verschiedenartigsten Theile bestimmt ist, z. B. zur Ernährung der Knochenhaut ebensowohl, als des angrenzenden Knochens, so kann man nicht geneigt sein, die Assimilation nur auf Rechnung des Gefäßsystems zu bringen. Indeß könnte dieses doch eine sehr wichtige Rolle spielen,

wenn es Poren besäße, welche sich auf eine ähnliche Weise verhielten, wie der Pförtner des Magens, der, wie oben gezeigt wurde, gleichsam vernünftig wählend verdaute Nahrungsstoffe durchläßt und unverdaute zurückhält. Indeß liegt muthmaßlich die eine Hälfte der assimilirenden Kraft in dem zu ernährenden Organ selbst, welches vielleicht einerseits anziehend auf die Stoffe des Blutes wirkt, welche in seine Mischung eingehen sollen, andererseits durch eine Art Ansteckung diese Stoffe umstimmt. Nur auf die letzte Weise läßt es sich erklären, warum in einer Warze dasselbe Blut Warzengewebe bereitet, welches unmittelbar daneben gesunde Haut bildet.

Indeß muß man auf die assimilirende Kraft des ernährten Organs nicht zu viel Gewicht legen, sondern bedenken, daß im Embryoleben die Ernährung in demselben Momente beginnt, wo die erste Zeugung zum Vorschein kommt. Die Ernährung ist zu jeder Zeit eine Wiederholung der Zeugung, denn obschon sie einerseits an das schon gegenwärtige Organ gebunden ist, so arbeitet sie doch andererseits, wie die ursprüngliche Zeugung, nach einem Zukünftigen hin, indem sie den Organismus durch eine bestimmte Reihenfolge von Bildungen hindurchführt. Von dieser Seite also stützt sich die Ernährung auf Kräfte, welche in den Erscheinungen der Adhäsion und der chemischen Verwandtschaften keine genügende Aufklärung finden.

§. 369. Das Wachsthum der Organe, welche mit Blutgefäßen durchwebt sind, geht so vor sich, daß jedem kleinsten Theilchen Nahrungsstoffe zugeführt werden, also nach Innen ebensowohl, als nach Außen. Diese Art des Wachsthums (Intussuception) erkennt man am deutlichsten in den Knochen. Füttert man ein Thier mit Färberöthe, so nehmen die Knochen allmälig eine rothe Farbe an, welche bis in das Innerste dringt, aber eben so allmälig wieder schwindet, wenn man jene Fütterung aussetzt. Auch das Hohlwerden der Röhrenknochen, welche anfangs solid sind, die beim Wachsen zunehmende Länge des dünnen Mittelstücks zwischen den dicken Gelenkenden beweist, daß überall Theile entfernt und überall Theile angesetzt werden.

§. 370. Anders verhält sich das Wachsthum der einfachen Gewebe, der Oberhaut, der Haare, Nägel und Zähne, welche keine Gefäße besitzen. Solche Theile wachsen durch Vermittelung benachbarter blutreicher Häute, welche die nöthigen Stoffe ausschwitzen und den blutleeren Organen von außen her zuführen.

Die Haare sitzen mit einem weichen Theile, welchen man Zwiebel nennt, in einer häutigen Kapsel, deren Gefäße Hornmasse absondern und am Ursprung des Haars absetzen, so daß letzteres nach außen geschoben und verlängert wird. Zum Beweise dient die Erfahrung, daß bei künstlicher Färbung des Haupthaars nach einiger Zeit die ursprüngliche Farbe wieder an den Wurzeln der Haare sichtbar wird, und allmälig mehr und mehr, in demselben Maße, in welchem das Haar aus der Wurzel hervorschiebt. An den Nägeln kann man durch eingerissene Marken sich leicht überzeugen, wie sie von der Wurzel aus nach den Fingerspitzen fortgeschoben werden. Die Zähne bilden sich in gefäßreichen Säckchen, die einen weichen Keim umschließen, welcher ebenfalls mit Blutgefäßen versehen ist. Die nach der Mundhöhle gerichtete Seite des Keims bedeckt sich zuerst mit einer harten Schicht, der künftigen Kaufläche des Zahns. Allmälig wird dann die Krone, zuletzt die Wurzel gebildet. Der Zahn stellt also eine knöcherne Kapsel dar, deren Wandungen in dem Maße dicker werden, in welchem der Zahnkeim neue Schichten nach innen ansetzt. In gleichem Verhältniß wird natürlich die Höhle des Zahns und der Keim selbst kleiner.

Die Oberhaut wird dadurch gebildet, daß die Lederhaut Schichten von Hornsubstanz auf ihrer Oberfläche absondert.

Daß die gefäßlosen Theile in Bezug auf die Größenverhältnisse nur durch äußerlichen Stoffansatz (Juxtaposition) wachsen, ist ausgemacht, allein demungeachtet findet auch innerer Stoffwechsel, also organische Ernährung statt. Es ist ein Fall bekannt, wo die Haare einer Frau im Nervenfieber binnen 42 Tagen weiß und wieder schwarz wurden, ja man hat sogar Haare binnen 24 Stunden in Folge von Schreck ergrauen sehen. Solche und ähnliche Erscheinungen in den übrigen gefäßlosen Gebilden machen die Annahme eines innern Stoffwechsels durchaus nothwendig.

§. 371. Es giebt auch in gewissen Höhlen des Körpers flüssige Theile, welche ernährt werden müssen, wie das Wasser und der Glaskörper im Auge, die Flüssigkeit, welche in den Säcken zwischen den Gelenken enthalten ist (synovia) u. s. w. Diese Flüssigkeiten werden durch die Gefäße der benachbarten Theile ausgeschwitzt, wie Bichat in Bezug auf die Gelenkschmiere durch Versuche nachgewiesen hat. Daß in diesen Flüssigkeiten wirklicher Stoffwechsel stattfindet, zeigen gewisse krankhafte Erscheinungen, wie z. B. die Flüs-

sigkeiten des Auges durch fehlerhafte Ausschwitzungen sich trüben, und in Folge von Resorption sich wieder aufklären können.

§. 372. Die Reproduktion steht zwischen Zeugung und Ernährung mitten inne. Sie vermag nicht nur die kleinsten Körpertheilchen, sondern auch zusammengesetzte Organe, wenn sie verloren gingen, wieder herzustellen. Im Allgemeinen läßt sich behaupten, daß die Reproduktionskraft um so wirksamer ist, je weniger ein Organ oder ein Organismus sich von der Einfachheit der ersten Lebensformen entfernt hat. Im Kindesalter ist die Reproduktionskraft größer, als in spätern Jahren, in den einfachern und minder vollkommen organisirten Körpern größer, als in den zusammengesetztern und ausgebildetern. Eidechsen vermögen noch die abgeschnittenen Schwänze zu reproduciren, Regenwürmer sogar die Köpfe.

Im menschlichen Körper reproducirt sich am schnellsten das Blut, wovon Treviranus in seiner Biologie merkwürdige Erfahrungen mittheilt. So verlor ein Kranker durch Erbrechen nach und nach 202 Pfund Blut, und zwar in jedem Anfall 15 — 30 Pfund, ohne zu unterliegen. Sehr schnell reproduciren sich Haare und Nägel, auch Fett und Zellgewebe. Aber die höhern Gebilde des thierischen Lebens, Muskel und Nerv, werden nur unvollkommen reproducirt, wovon bei den Geweben gehandelt worden ist.

§. 373. Der vorhergehende Abschnitt hat die Beweise geliefert, nicht nur daß das Blut die Bedingung des Ernährungsprocesses ist, sondern auch, daß es in diesem Processe das Vermögen verliert, der Ernährung auf die Dauer vorzustehen. Dieses Vermögen muß wieder hergestellt werden, und die nächstfolgenden Kapitel werden zeigen, wie durch das Athmen und die Absonderungen diese Aufgabe erreicht wird.

Achter Abschnitt.

Von den Athmungswerkzeugen und den Organen der Stimme.

§. 374. Die Organe, welche dem Athmen dienen, können in drei Klassen eingetheilt werden. Die erste Klasse vermittelt die Bewegungen, welche zum Aufnehmen und Aushauchen von Luft erforderlich sind; diese Theile haben wir bei Beschreibung des

Brustkastens und der Athemmuskeln bereits erwähnt. Die zweite Klasse besteht aus Kanälen, welche die Luft leiten. Hierher gehören der Kehlkopf, welcher zugleich das Organ der Stimme ist, und die Luftröhre mit ihren Aesten. Die dritte und wichtigste Abtheilung machen die beiden Lungen selbst aus, Organe, welche Luft und Blut in Berührung bringen und an dem Leben des Blutes den wesentlichsten Antheil haben.

§. 375. Der Kehlkopf ist der Anfang der Luftröhre und besteht aus mehreren beweglich unter einander verbundenen Knorpeln. Der oberste und größte Knorpel ist der Schildknorpel (Tab. VII. Fig. 33. 6.). Er besteht aus zwei Platten, welche nach vorn unter einem Winkel zusammen stoßen, an ihrem hintern Rande dagegen, nach oben und nach unten, eine hornförmige Verlängerung zeigen. Das obere oder große Horn (Fig. 33. 7.) wird durch Bänder an das Zungenbein (Fig. 33. 1.) aufgehangen, das untere oder kleinere Horn (Fig. 33. 8.) ist mit dem nächstfolgenden Knorpel verbunden. Der zweite Knorpel, von seiner Gestalt Ringknorpel (Fig. 33. 9. 10.) genannt, ist in seiner hintern Hälfte viel breiter, als in seiner vordern, wodurch zum Theil der freie Raum geschlossen wird, welcher durch das Offenbleiben des Schildknorpels nach hinten hervorgebracht wurde. Es bildet nämlich der Schildknorpel den größten Theil der vordern Wand des Kehlkopfs, und der Ringknorpel bildet einen ansehnlichen Theil der hintern Wand. Zur Vervollständigung der letztern dienen endlich die Gießkannenknorpel (Fig. 32. 11. 11.), zwei dreiseitige, pyramidale Knorpel, welche mit ihrer breiten Seite auf dem obern und hintern Rande des Ringknorpels eingelenkt sind, während ihre Spitzen sich nach oben und vorn richten. An der hintern Fläche des Schildknorpels, nah an dessen obern Rande, ist der herzförmige Knorpel des Kehldeckels (Fig. 32. 4.) beweglich angeheftet. Dieser Deckel ist, wie eine halboffene Fallthüre, über der Mündung des Kehlkopfs angebracht und verschließt, wenn er niedergedrückt wird, die Stimmritze. Der Kehldeckel hindert das Eindringen der Speise in die Luftröhre, welche vor der Speiseröhre liegt (Tab. III. Fig. 14.). Der verschluckte Bissen drückt nämlich den Kehldeckel nieder und gleitet über ihn weg, während die Stimmritze verschlossen ist.

§. 376. Die Stimmritze (Fig. 35. a.) ist eine zur Er-

zeugung der Stimme geeignete Verengerung des Kehlkopfs nach innen. Die Luft würde durch den weiten Kanal der Luftröhre lautlos, wie durch ein Blaserohr, hindurch streichen, wenn nicht im Kehlkopf eine verengerte Stelle, wie in der Pfeife das Mundstück, angebracht wäre. Wir drängen die Luft beim Sprechen durch zwei enge, nah über einander liegende, horizontale, von vorn nach hinten verlaufende Ritzen. Diese werden dadurch gebildet, daß vier Stimmbänder, zwei obere (Fig. 35. c.) und zwei untere (Fig. 35. b.), von der hintern Seite des Schildknorpels nach der vordern der Gießkannenknorpel sich ausspannen (vergl. Fig. 34.). Wenn die Schleimhaut, welche den Kehlkopf und die Luftröhre auskleidet, sich glatt über diese Bänder hinzöge, so würde nur eine einzige Ritze gebildet werden. Zwei Ritzen entstehen dadurch, daß die Schleimhaut zwischen das obere und untere Band jeder Seite eintritt und eine Ausstülpung bildet, welche Aehnlichkeit mit einer Tasche hat. Diese Taschen (ventriculi Morgagni. Fig. 34. d. d.) liegen also zu den Seiten der engsten Stelle des Kehlkopf=Kanals, und ihr Eingang erscheint zwischen dem obern und untern Bande jeder Seite als ein länglicher Spalt (Tab. III. Fig. 14. 21.).

§. 377. Mehrere Muskelpaare sind am Kehlkopf so angebracht, daß die einzelnen Knorpelstücke, besonders aber die Gießkannenknorpel, in ihrer Lage verändert werden können. Bewegt sich das Knorpelgerüst, so bewegen sich gleichzeitig die Weichtheile, daher wir im Stande sind, die Form und Spannung der Theile, welche den Ton bedingen, zu verändern. Wir können die Stimmbänder anspannen und erschlaffen, die Stimmritze verengern und erweitern, verkürzen und verlängern. Außer den verschiedenen Muskeln, welche die Gestalt des Kehlkopfs modificiren, giebt es noch andere, welche seine Lage im Ganzen verändern. Mit Hülfe dieser Muskeln können wir den Kehlkopf sowohl aufwärts gegen die Mundhöhle, als auch abwärts gegen das Brustbein bewegen.

§. 378. Die Luftröhre bildet einen Kanal, welcher unter dem Ringknorpel beginnt (Fig. 33. 11.), vor dem Schlunde in die Brusthöhle hinabsteigt und in der Gegend des dritten Rückenwirbels sich in zwei Röhren, Bronchien, spaltet, deren jede in die Lunge ihrer Seite eingeht. Schon in der Nähe der Lunge

theilt sich jede Bronchie in so viel Aeste, als jede Lunge Lappen hat, die linke in zwei, die rechte in drei, und diese hohlen Aeste verzweigen im Innern der Lunge sich wieder und wieder, bis zuletzt überaus feine Aestchen entstehen, welche blind endigen und dabei kleine Erweiterungen, die sogenannten Lungenbläschen, bilden (Tab. VII. Fig. 38. c. c. c.). Die Lungenbläschen oder Lungenzellen haben einen Durchmesser von $\frac{1}{20} - \frac{1}{6}$ Linie und hängen nicht unmittelbar sondern mittelbar unter einander zusammen, indem die Aestchen, deren Enden sie bilden, mit größern Bronchialzweigen in Verbindung stehen.

§. 379. Die Luftröhre besteht aus einem häutigen Kanal, welcher durch siebzehn bis zwanzig halbmondförmige Knorpel offen erhalten wird. Diese Knorpel liegen an der vordern Seite der Luftröhre in Zwischenräumen von einigen Linien aus einander, sie umspannen die Luftröhre nur in der größten Hälfte, daher diese an ihrer hintern Wand bloß häutig erscheint. Auch an den Bronchien finden sich Knorpel, welche anfänglich ebenfalls halbmondförmig sind, später aber und beim weitern Eindringen der Luftröhrenäste mehr dreieckig, kleiner und seltener werden, bis sie zuletzt in den feinern Verzweigungen der Bronchien gänzlich verschwinden. Die Knorpel der Luftröhre sind durch gelbe elastische Längenfasern verbunden, welche die Theile, wenn sie ausgedehnt wurden, in ihre ursprüngliche Lage zurückbringen. Die Luftröhre und ihre Aeste sind auch mit Muskelfasern versehen. An der hintern häutigen Wand der ersteren bemerkt man Querfasern, welche im Zustande der Kontraktion die Luftröhre verengern müssen. An den Bronchialästen bemerkt man aber, bis in die feinsten Verzweigungen, welche nur aus durchsichtigen Häuten bestehen, sowohl muskulöse Längenfasern, als Querfasern, daher in den feinern Aesten ein Vermögen, sich zu verengern und zu verkürzen, angenommen werden muß.

§. 380. Die Lunge ist rothblau von Farbe, fühlt sich schwammig an und knistert unter dem Druck des Fingers. Sie besteht aus einem rechten und einem linken Flügel, welche in der Mittellinie des Körpers durch das zwischenliegende Herz getrennt werden. Sie erfüllt den Brustkasten und besitzt daher, im Ganzen genommen, die kegelförmige Gestalt desselben (Tab. IV. Fig. 22.). Nach unten ist die Lunge konkav gestaltet, indem

sie an die Wölbung des Zwerchfells angrenzt, desgleichen ist jeder Lungenflügel nach innen hin ausgehöhlt, um einen Raum zu bilden, in welchem das Herz aufgenommen werden kann. Die linke Lunge ist durch einen querlaufenden Einschnitt in zwei Lappen, die rechte Lunge durch zwei solche Einschnitte in drei Lappen abgetheilt. Jeder Lungenlappen besteht wieder aus Abtheilungen, welche sich innig berühren und eines der Aestchen der Luftröhre mit dessen feinsten Verzweigungen und Bläschen zur Grundlage haben.

§. 381. Die Lungenarterie verzweigt sich in den Lappen und Läppchen der Lunge und bildet endlich ein Haargefäßnetz, welches die feinsten Bronchialverzweigungen und namentlich die Lungenzellen an deren äußerer Seite umstrickt; aus diesem Netze entspringen dann Venen, welche in die Lungenvenen eintreten. Im Haargefäßnetz sind die Wandungen der Blutgefäße so überaus zart, daß Wasser, welches in die Lungenvenen eingespritzt wird, in das Innere der Lungenzellen durchschwitzt. Die Lungenarterien und Lungenvenen bilden das schon oben erwähnte System des kleinen Kreislaufs, und ihr Verhältniß zu den Lungenzellen, sowie die außerordentliche Menge von Blut, welches sie führen, beweisen zur Genüge, daß sie zur Vermittelung des Stoffwechsels zwischen Luft und Blut, nicht aber zur Ernährung der Lungen vorhanden sind. Letztere besorgen die Bronchialarterien, welche in Venen übergehen, deren Blut schwarz ist und durch Vermittelung der Zwischenrippen- und Hohl-Venen der rechten Herzhälfte zugeführt wird. Die Nerven der Respirationsorgane, welche vom herumschweifenden Nerven (§. 116.) und vom Gangliensystem herstammen, haben schon Erwähnung gefunden.

Neunter Abschnitt.

Die Lehre vom Athmen.

§. 382. Das Athmen ist ein Proceß, durch welchen ein Stoffwechsel zwischen Luft und Blut vermittelt wird. Ohne diesen Stoffwechsel kann kein Thier leben, doch ist das Bedürfniß desselben nicht bei allen Klassen gleich groß. Die warmblütigen

Thiere bedürfen der Luft am meisten, und namentlich leben Vögel im luftleeren Raume kaum eine Minute. Die geschicktesten Taucher sollen nur 5 Minuten unter dem Wasser aushalten können und die meisten Menschen würden bei halb so langem Tauchen die Besinnung verlieren. Die Fische athmen die Luft des Wassers und können in Wasser, welches durch Kochen seines Luftgehaltes beraubt wurde, nicht lange fortleben. Stunden und Tage lang können manche Amphibien ohne Luft bestehen, noch länger Schnekken und manche Würmer, ja es scheint sogar, als ob die Eingeweidewürmer der Luft fast ganz entbehren könnten. Demnach vermindert sich das Luftbedürfniß ungefähr in demselben Maße, als der Organismus unvollkommener wird.

§. 383. Die Luft, welche wir athmen, ist wesentlich aus zwei Gasarten zusammengesetzt, aus 79 Theilen Stickstoff und 21 Theilen Sauerstoff. Ein Minimum von Kohlensäure, welches in ihr enthalten ist, darf hier übergangen werden. Von den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft ist der Sauerstoff der vom Organismus geforderte. Im reinen Sauerstoff können Thiere athmen und leben, im Stickstoff nicht, und nur mit jenem steht das athmende Thier in deutlichem Wechselverhältniß. Der Stickstoff der atmosphärischen Luft ist aber dennoch von Wichtigkeit, indem er den Sauerstoff mildert, der, für sich allein geathmet, den Organismus überreizt und leicht Entzündung der Lungen veranlaßt.

Von allen Luftgemengen ist nur die atmosphärische Luft auf die Dauer zum Athmen brauchbar. Sehr viele Gasarten sind sogar schädlich, wie Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas u. a., welche, selbst in geringen Mengen der atmosphärischen Luft zugesetzt, die athmenden Geschöpfe schnell tödten. Noch andere Gasarten, wie kohlensaures, Chlor- und Ammoniak-Gas, können gar nicht geathmet werden, weil beim ersten Einathmen derselben die Stimmritze sich krampfhaft verschließt.

§. 384. Die Luft gelangt in die Lungen und wieder heraus durch einen Mechanismus, welcher dem Blasebalg vergleichbar ist. Wird der Brustkasten erweitert, so dringt die Luft durch Stimmritze und Luftröhre in den leeren Raum der Lungenzellen; wird er verengert, so wird die Luft wieder ausgetrieben.

Die Erweiterung des Brustkastens geschieht auf doppelte Weise.

1) Das Zwerchfell, welches konvex in die Brusthöhle hineinragt,

zieht sich nach der Bauchhöhle hinab und verlängert die Dimension der Brust von oben nach unten. Hiermit ist ein Schwellen des Bauches verbunden, indem die zurückgedrängten Eingeweide Platz nach außen suchen, welches die gleichzeitige Erschlaffung der Bauchmuskeln auch zuläßt. 2) Die Rippen, welche im ruhigen Zustande der Brust mit ihren konveren Bogen nach abwärts hängen, werden durch die Kraft der Brustmuskeln gehoben und so gestellt, daß die Bogen sich mehr nach außen richten. Die Folge davon ist Erweiterung des Brustkastens in der Dimension der Breite.

Das Ausathmen andererseits wird durch Zusammensinken des Brustkastens und der Lungen bewerkstelligt, wenn die genannten Thätigkeiten aufhören und die Kraft der Elasticität alle Theile in ihre Lage zurückbringt. Gewisse Muskeln ziehen die Rippen nach unten und verengern den Brustkasten noch mehr. Endlich helfen selbst die Bauchmuskeln, indem sie durch ihre Kontraktion die Bauchhöhle verengern und so die Eingeweide gegen das Zwerchfell drängen. Sobald dieses gewaltsam in die Brusthöhle eindringt, werden die Lungen zusammengedrückt und die noch vorhandene Luft wird ausgepreßt.

Die Luftröhre und ihre Aeste haben ebenfalls Antheil an den Athembewegungen. Sie verengern sich mit Hülfe ihrer eigenthümlichen Muskelfasern und erweitern sich wieder durch die Elasticität der knorpeligen Theile. Im erstern Falle wird Luft ausgestoßen, im letztern aufgenommen, indeß sind diese Bewegungen durchaus nicht ausreichend, dem Athembedürfniß zu genügen.

§. 385. Wenn man Thiere in verschlossenen Gefäßen athmen läßt, so findet man die Luftmenge nach einiger Zeit vermindert, obschon nur wenig. Sehr auffallend aber sind die chemischen Veränderungen, welche die Luft erfahren hat. Ein gewisses Maß Sauerstoff ist verschwunden und durch ein fast eben so großes Maßtheil kohlensaures Gas ersetzt worden. Da die Kohlensäure (bekanntlich eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoffgas) das Eigenthümliche hat, daß sie dem Volumen nach ebensoviel Sauerstoffgas enthält, als sie selbst Volumen einnimmt, so kann der Gewinn an Sauerstoff, welchen die Lungen beim Athmen machen, nur gering sein. Wäre das ausgeathmete kohlensaure Gas dem eingeathmeten Sauerstoffgas an Volumen gleich, so wäre der Gewinn = 0, indeß verschwindet nach den besten Be-

obachtern etwas mehr Sauerstoff, als Kohlensäure zum Vorschein kommt, daher von ersterem ein Ueberschuß im Körper zurückbleibt. Dieser dem Körper zuwachsende Sauerstoff muß also entweder dem Stickgas der atmosphärischen Luft entrissen werden, so daß das Athmen eine relative Vermehrung des Stickstoffs der Atmosphäre zur Folge haben würde, oder es müssen mit jedem Volumen Sauerstoff, welches der Körper zurückbehält, gleichzeitig gegen vier Volumen Stickgas zurückbehalten werden. Es ist nicht entschieden, welche von beiden Ansichten die richtige ist.

Einige Beobachter haben behauptet, daß der Körper beim Athmen allerdings Stickstoff absorbire, andere haben das Gegentheil angegeben und versichern, daß die ausgeathmete Luft mehr Stickstoff enthalte, als die eingeathmete. Es ließe sich wohl denken, daß beide Angaben richtig wären und daß beim Athmen bisweilen Ausscheidung, bisweilen Aufnahme von Stickstoff stattfände. Da nämlich die Nahrungsmittel, welche wir genießen, bald reicher, bald ärmer an Stickstoff sind, so könnte dieses wichtige Element des Organismus bald im Ueberschuß, bald in zu geringer Menge vorhanden sein, und der Athmungsproceß könnte die Bestimmung haben, das Mißverhältniß auszugleichen.

§. 386. Außer der Kohlensäure werden auch Wasserdünste ausgeathmet, wie man sogleich sieht, wenn man einen Spiegel anhaucht. Man hat früher angenommen, daß diese Dünste durch das Athmen erzeugt würden, indem sich Sauerstoff der eingeathmeten Luft und Wasserstoff des Blutes zu Wasser verbänden*). Allein diese Annahme hat viel gegen sich und ist jedenfalls überflüssig. Warme, feuchte Theile, wie die Lungen, müssen Wasser ausdünsten, und beim Ausathmen muß dies zum Vorschein kommen. Die Menge des ausgeathmeten Wassers beträgt nach dem Mittel vieler Beobachtungen täglich 7,963 Gran, also gegen $1\frac{1}{4}$ Pfund.

§. 387. Die Luftmenge, welche die Lungen aufnehmen, ist nach der Größe dieser und nach der Tiefe des Einathmens sehr verschieden. Bei vier, eines natürlichen Todes gestorbenenen, erwachsenen Subjekten enthielten die Lungen im Mittel 109 Kubik-

*) Wasser entsteht nämlich durch Verbindung von 85 Theilen Sauerstoff und 15 Theilen Wasserstoff.

zoll Luft. Da im Tode eine Ausathmung erfolgt, so würde hierzu noch die Quantität Luft zu rechnen sein, welche bei einmaligem Einathmen von den Lungen aufgenommen wird. Verschiedene Beobachter berechnen diese Quantität zu 10, 14, 20 bis 25 Kubikzoll. Eine andere Frage ist, wieviel Luft in einer gegebenen Zeit verbraucht wird. Allen und Pepys verschafften sich einen Apparat, welcher erlaubte, die Menge von Luft, welche ein Mensch athmete, zu messen und in ihren chemischen Veränderungen zu prüfen. Nach ihren Beobachtungen würde ein Mensch binnen 24 Stunden 39,600 Kubikzoll kohlensaures Gas bilden, welche Quantität Gas wieder 5,148 Gran Kohle enthalten müßte. Indeß kann so viel Kohlenstoff auf keinen Fall ausgeschieden werden, da zur Deckung dieses Verlustes über 6 Pfund feste Nahrung während des Tages genossen werden müßte. Nun würde zwar nach Lavoisier die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure nur auf 14,930 Kubikzoll (also um mehr als $\frac{2}{3}$ weniger) anzuschlagen sein; bedenkt man aber, daß auch durch Schweiß und Exkremente eine sehr beträchtliche Masse Kohlenstoff ausgeschieden wird, so muß man auch diese Angabe für viel zu hoch halten. Wie viel Kohlensäure durch das Athmen des Menschen in einem Tage gebildet werde, ist ungewiß, nur so viel weiß man, daß unter verschiedenen Umständen die Menge bald größer, bald geringer ist. Hieraus erklären sich zugleich die Irrungen in den obigen Angaben, denn da die Chemiker das Athmen immer nur kurze Zeit beobachteten, so beruhten ihre Folgerungen auf keiner sichern Grundlage.

§. 388. Die chemischen Veränderungen, welche beim Athmen in der Luft vorgehen, machen entsprechende Veränderungen in den Organen des Athmens nothwendig. Die Beobachtung lehrt, daß es das Blut der Lungen ist, welches mit der eingeathmeten Luft in Stoffwechsel steht. Es tritt nämlich dunkelfarbig in die Lungen und fließt hellroth aus denselben hervor, wenn geathmet wird, bleibt dagegen dunkelroth, wenn kein Athmen stattfindet. Welche andre Veränderungen in Folge des Athmens eintreten, ist schwieriger zu bestimmen. Das Arterienblut ist um 1 — $1\frac{1}{2}$ Grad wärmer und, wie aus sorgfältigen Analysen zu erhellen scheint, an Sauerstoff etwas reicher, als Venenblut. Dieses Vorherrschen zweier wichtiger Lebensfaktoren paßt übrigens sehr gut zu den

oben mitgetheilten Erfahrungen, daß Arterienblut das Leben der Organe aufrecht erhält (§. 360.). Andererseits soll das Venenblut reicher an Kohlenstoff und Wasser sein, eine Angabe, welche mit der Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser beim Athmen in Verbindung gebracht werden könnte.

§. 389. Wenn man Venenblut der atmosphärischen Luft aussetzt, so nimmt es eine hellrothe Farbe an und ein Theil des Sauerstoffs der Luft wird in Kohlensäure verwandelt. Die wichtigsten Vorgänge beim Athmen sind also Folgen chemischer Wahlverwandtschaften und vom Einfluß des Lebensprincips ganz unabhängig. In den Lungen kommt zwar Luft und Blut nicht in unmittelbare Berührung, allein beide sind nur durch die überaus feinen und feuchten Häutchen der Lungenzellen und Gefäßwände geschieden. Da nach den Gesetzen der Endosmose (§. 52.) Flüssigkeiten und Gase, welche durch dergleichen Häute getrennt werden, in einen Stoffwechsel treten, so muß dies auch hier stattfinden. In der That, wenn man Venenblut in eine feuchte thierische Blase bringt und diese in Sauerstoffgas aufhängt, so wird das abgesperrte Blut ebenfalls hellroth, ein Theil des Sauerstoffs verschwindet und statt seiner findet sich Kohlensäure. Hieraus ergiebt sich die Möglichkeit, die Bildung der Kohlensäure beim Athmen und die Metamorphose der Blutfarbe aus physikalischen Kräften abzuleiten.

§. 390. Was nun die Bildung der Kohlensäure anlangt, so kann man zuerst fragen, ob diese im Körper selbst und namentlich im Blute vor sich gehe, oder außerhalb der organischen Substanz, nämlich an den innern Wänden der Lungenzellen. In dem letztern Falle müßte das Blut Kohlenstoff ausscheiden, welcher, angezogen von dem Sauerstoff der Luft, mit diesem zu Kohlensäure zusammenträte.

Wahrscheinlich ist diese Ansicht nicht die richtige. Abgesehen von den Einwürfen, welche die Chemie dieser Vorstellungsweise machen würde, ist zu berücksichtigen, daß wir die Respiration als eine der Hauptquellen der thierischen Wärme betrachten müssen (§. 49.). Wenn die thierische Wärme durch einen Verbrennungsproceß, nämlich durch Verbindung der Blutkohle mit dem Sauerstoff der Luft erzeugt wird, so ist kaum anzunehmen, daß dieser Verbrennungsproceß in den Lungen zu Stande komme. Die Lungen

würden dann der Herd sein, welcher den ganzen Körper heizte, sie müßten alle übrigen Organe und namentlich die mehr entlegenen beträchtlich an Wärme übertreffen, was nicht der Fall ist.

§. 391. Wahrscheinlicher ist die zweite Ansicht, daß die Kohlensäure im Blute schon fertig vorhanden sei und durch das Athmen nicht so wohl gebildet als ausgeschieden werde. Mehrere Chemiker haben behauptet, daß das Venenblut freie Kohlensäure enthalte, allein diese Angabe scheint unrichtig. Freie Kohlensäure, d. h. solche, welche nicht mit andern Substanzen chemisch verbunden ist, verflüchtigt sich ungemein leicht. In Flüssigkeiten aufgelöst entweicht sie in der Gestalt von Bläschen, wenn die Flüssigkeit höhern Wärmegraden ausgesetzt, oder unter der Luftpumpe in eine verdünnte Luft gebracht wird. Weder auf dem einen noch auf dem andern dieser Wege gelingt es, Kohlensäure aus dem Venenblute zu entwickeln, daher sie im freien Zustande nicht vorhanden sein kann.

Dagegen findet sich Kohlensäure im gebundenen Zustande. Wenn man Blut mit Kohlensäure schüttelt, so wird letztere absorbirt, das Blut nimmt eine venöse Farbe an, und weder durch Hitze, noch durch die Benutzung der Luftpumpe kann die Kohlensäure vollständig wieder entfernt werden. Dies beweist, daß Kohlensäure im gebundeneu Zustande im Blute vorhanden sein könne, und macht wahrscheinlich, daß die dunkle Farbe des Venenblutes wirklich von ihrer Gegenwart abhänge. Tiedemann und Gmelin haben bewiesen, daß im Blute kohlensaure Salze vorkommen, und zwar im Venenblute in größerer Menge als im Arterienblute. Maack hat gezeigt, daß das Blutroth Kohlensäure absorbirt und dabei schwarz wird, während Blutwasser und Faserstoff die Säure nicht absorbiren. Dieser Einfluß der Kohlensäure auf den Cruor, und die geringfügige Menge der Salze im Blute machen es wahrscheinlich, daß nicht blos letztere, sondern der Cruor selbst mit Kohlensäure verbunden sei.

§. 392. Es entsteht nun die Frage, auf welche Weise die an den Cruor gebundene Kohlensäure durch das Athmen entbunden werde. Da das Blut sowohl innerhalb als außerhalb des Organismus mindestens eben so viel Sauerstoff aufnimmt, als es Kohlensäure aushaucht, so drängt sich die Annahme von selbst auf, daß der Sauerstoff eine nähere Verwandtschaft zum Blut-

roth habe, als die Kohlensäure, daß er sich mit jenem verbinde, und also die letztere frei mache. Die Annahme eines solchen Processes scheint um so zulässiger, als ähnliche chemische Wechselwirkungen auch in der todten Natur vorkommen. Gewässer, welche kohlensaures Eisen führen, bilden an der Luft einen rostfarbenen Niederschlag. Dies geschieht dadurch, daß sich Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Eisen zu einem gelbbraunen Oxyd verbindet, und die Kohlensäure dabei austreibt.

Wir behaupten also, daß der Sauerstoff der geathmeten Luft sich mit dem Blutroth verbinde, und die Kohlensäure zu entweichen nöthige. In Uebereinstimmung hiermit ist die Erfahrung, daß Thiere, welche in Gasarten athmen, welche keinen Sauerstoff enthalten, auch keine Kohlensäure, oder doch nur sehr wenig, aushauchen. Zwar wird letztere Angabe von einigen Beobachtern bestritten. Man hat Thiere in Wasserstoffgas athmen lassen, und gefunden, daß sie auch unter diesen Verhältnissen Kohlensäure bildeten; indeß beweist diese Erfahrung nichts. Erstlich haben wir oben gezeigt, daß eine Lunge ungleich mehr Luft enthält, als mit einmaligem Athmen aufgenommen und entfernt wird, so daß die erhaltene Kohlensäure ein Ueberrest des früheren Athmens sein konnte; zweitens war man in jenen Versuchen genöthigt, das ganze Thier in den verschlossenen Raum zu bringen, in welchem die Athmungsversuche angestellt wurden. Da man nun weiß, daß die Haut Kohlensäure absondert, so verschwindet die Beweiskraft dieses Versuches völlig.

Die aufgestellte Theorie kann nur richtig sein, wenn der Cruor des Arterienblutes mehr Sauerstoff, der des Venenblutes mehr Kohlenstoff enthält. Dies bestätigt Michaelis, nach welchem 100 Theile Färbestoff enthalten:

	Sauerstoff.	Kohlenstoff.	Stickstoff.	Wasserstoff.
im Venenblute	21,666	53,231	17,392	7,711.
im Arterienblute	23,011	51,382	17,253	8,354.

§. 393. Das sauerstoffreiche Arterienblut fließt zu den Organen und ernährt diese. Wahrscheinlich giebt es dabei seinen Sauerstoff ab, und dieser verbindet sich zum größern Theile mit dem Kohlenstoffe, welcher zur Ausscheidung aus dem Körper bereit ist. Allerdings ist dieser Hergang hypothetisch, allein die Hypothese paßt wenigstens, nicht nur zu den Erscheinungen der

Respiration, sondern auch zu denen der Ernährung und der thierischen Wärme. Sie verlegt die Bildung der Kohlensäure in das Haargefäßnetz des Körpers, was damit zusammenstimmt, daß hier das hellrothe Arterienblut in dunkelrothes Venenblut verwandelt wird. Der Sauerstoff würde aus den Haargefäßen an die Organe treten, und da erstere die Substanz aller Organe durchdringen, so wäre begreiflich, warum das Blut, welches geathmet hat, einen belebenden Einfluß auf die Substanz der Organe ausübt. Die Verbrennung des Kohlenstoffs würde ebenfalls im Haargefäßnetze vor sich gehen, und diese Annahme, welche die Wärmebildung von dem Proceß der Ernährung abhängig macht, würde nicht nur die gleichmäßige Wärme der verschiedenen Organe erläutern, sondern auch erklärlich machen, warum entzündete Theile, denen ungewöhnlich viel Blut zugeführt wird, heißer sind als andere. Endlich erklärt auch die aufgestellte Hypothese den chemischen Unterschied, welcher zwischen dem arteriellen und venösen Cruor nach Michaelis stattfindet (§. 392.).

§. 394. Die Theorie des Athmens würde erst dann vollständig sein, wenn sie die Röthung des Blutes in den Lungen erklärte. In diesem Bezuge fehlt es noch sehr an erläuternden Thatsachen. Sehr verbreitet ist die Ansicht, daß das Eisen die Ursache der Röthe sei, und daß das Athmen auf die Farbe Einfluß habe, indem es das Eisen mit Sauerstoff verbinde oder oxydire. Diese Annahme ist mindestens ungenügend, denn da es kein blutrothes Eisenoxyd, sondern nur röthliches giebt, so müßte noch eine andere Substanz hinzukommen, um das prächtige Roth des Blutes hervorzurufen. Die Annahme ist aber auch unwahrscheinlich, theils weil das Eisen in gar zu geringer Menge im Blute vorhanden ist (in 20 Unzen $\frac{1}{2}$ Gran), theils weil die Blutfarbe durch mäßige Hitze vernichtet wird, was bei einem Eisenoxyde nicht vorausgesetzt werden kann. Ueberdies ist es nach Berzelius zweifelhaft, ob das Eisen im oxydirten Zustande im Blute vorhanden sei.

Stevens hat die eigenthümliche Ansicht aufgestellt, daß das Blut an sich nicht hellroth, sondern schwarzroth sei, und daß es seine hellrothe Farbe nicht dem Sauerstoff, sondern den Salzen des Blutwassers verdanke. Der Einfluß des Sauerstoffs auf Röthung

des Blutes beschränkt sich nach ihm darauf, daß er die Kohlensäure entfernt, welche das Blut schwarzroth färbt.

Gewiß ist, daß man durch Zumischung von Salzen das Blut hellroth färben kann, und der Einfluß, welchen Salze auf Röthung thierischer Färbestoffe haben, zeigt sich auch beim Einpökeln von Fleische. Wenn man den Blutkuchen abwäscht, und dadurch die Salze des Blutwassers entfernt, so nimmt er eine schwarzrothe Farbe an. In diesem Zustande wird der Blutkuchen durch Sauerstoffgas nicht wieder hellroth gefärbt, wohl aber durch Blutwasser. Auf diesen Versuch gestützt, leugnet Stevens die färbende Kraft des Sauerstoffs, indeß versichert Maack, daß das Blutwasser mit seinen Salzen nur unter Mitwirkung des Sauerstoffs den Blutkuchen röthe.

Auch das Dunkelwerden des Venenblutes unter Einfluß der Kohlensäure läßt sich nicht erklären; auf keinen Fall darf man glauben, daß hier der Kohlenstoff als schwarzfärbendes Princip wirke.

§. 395. Der Einfluß des Nervensystems auf die Respiration wird schon dadurch bewiesen, daß wir die Athembewegungen mit Willkühr beschleunigen und verlangsamen können. Hieraus und aus der Erfahrung, daß nach Enthauptung das Athmen sogleich aufhört, könnte man schließen, daß die Athembewegungen vom Gehirn abhingen, allein wir athmen auch im tiefsten Schlafe, wo die Hirnthätigkeit ruht, und selbst die beträchtlichsten Hirnwunden gefährden das Athmen nicht unmittelbar. Wenn man bei einem Kaninchen die Schädelhöhle von oben öffnet und das Gehirn scheibenweise wegschneidet, so besteht das Athmen unbehindert fort, bis man an die Stelle des verlängerten Markes kommt, wo die herumschweifenden Nerven entspringen. Zerstört man aber diese, so hört das Athmen plötzlich und gänzlich auf. Wenn man dagegen das Gehirn verschont und das Rückenmark an beliebigen Stellen durchschneidet, so hören die Athembewegungen in allen den Theilen auf, deren Nerven unterhalb des Schnittes am Rückenmarke entspringen, und welche dadurch außer Verbindung mit dem verlängerten Marke gesetzt worden sind. Schneidet man das Rückenmark unmittelbar hinter dem Schädel durch, so hören alle Athembewegungen auf, mit Ausnahme derer, welche die Kaninchen mit den Nasenlöchern machen. Die Ursache der

Athembewegung liegt also im verlängerten Marke, in der Nähe der Gegend, wo die herumschweifenden Nerven entspringen.

§. 396. Wenn bei einem Thiere beide herumschweifende Nerven durchschnitten werden, so muß es sterben; indeß erfolgt der Tod bald früher, bald später. Er tritt zuweilen unter Erstikkungssymptomen sehr schnell ein, bei den meisten Thieren aber mehr allmälig, und zuweilen erst nach ein Paar Tagen. Dieser auffällige Unterschied ist nach Le Gallois darin begründet, daß von den herumschweifenden Nerven die zurücklaufenden Aeste entspringen, welche zum Kehlkopf gehn und die Bestimmung haben, die Stimmritze beim Einathmen zu erweitern. Bei einigen Thieren, wo die Stimmritze von Natur eng ist, darf jene Erweiterung nicht wegfallen, wenn hinreichende Luft in die Lunge kommen soll, und solche Thiere ersticken also plötzlich nach Durchschneidung der herumschweifenden Nerven, nicht weil der Einfluß dieser auf die Lungen, sondern weil der Einfluß der zurücklaufenden Aeste auf Erweiterung der Stimmritze aufhört.

Bei den Thieren, in welchen die Stimmritze auch im verengten Zustande das Athmen gestattet, erfolgt der Tod sehr langsam, und es fragt sich, aus welcher Ursache. Lange Zeit hat man die Störung der Verdauung, welche mit Durchschneidung der herumschweifenden Nerven verbunden ist, als Veranlassung des Todes angesehen, allein da Hunde einige 30 Tage ohne alle Nahrung aushalten, dagegen nach der erwähnten Operation binnen 3—4 Tagen unfehlbar sterben, so kann diese Annahme nicht richtig sein. Alle Erscheinungen sprechen dafür, daß der Tod in Folge allmäliger Erstickung eintrete. Nach Provençal verbraucht ein Thier, welchem die herumschweifenden Nerven durchschnitten sind, beim Athmen weniger Sauerstoff, es bildet weniger Kohlensäure und die thierische Wärme nimmt allmälig ab. Untersucht man die Lunge nach dem Tode, so findet man die Luftwege mit einem schaumigen Schleime erfüllt, dessen Gegenwart unstreitig die wahre Ursache der Erstickung ist, indem die Luft verhindert wird, mit dem Blute in Berührung zu kommen. Es entsteht nun die Frage, ob jener Schleim in Folge einer fehlerhaften Absonderung gebildet wird, welche von dem gestörten Nerveneinfluß abzuleiten wäre, oder ob der Schleim zwar richtig abgesondert, aber in Folge von Lungenlähmung nicht ausgeworfen wird, und demnach im Ueber-

maß sich ansammelt. Beide Ansichten haben Anhänger, und es ist schwer zu entscheiden, welche von beiden die richtigere ist.

Nach Brachet vermitteln die herumschweifenden Nerven das Gefühl der Lunge und das Athembedürfniß. Der heftigste Reizhusten soll nach Durchschneidung derselben plötzlich aufhören, desgleichen sollen Thiere nach dieser Operation keine konvulsivischen Bewegungen beim Ertrinken machen. Hinge, wie hier behauptet wird, das Gefühl des Luftmangels nur von den herumschweifenden Nerven ab, so bliebe unbegreiflich, warum Thiere nach Durchschneidung derselben noch athmen. Brachet erklärt dies überaus ungenügend durch den Einfluß der Gewohnheit.

Zehnter Abschnitt.

Von der menschlichen Stimme.

§. 397. Die Grundbedingungen der Stimme sind, daß die Luft durch die Stimmritze dringe, und daß diese sich im Zustande der Verengerung befinde. Zu diesen beiden Bedingungen kommt, nach Umständen, noch eine dritte, indem zur Bildung gewisser Töne auch Spannung der Stimmbänder nothwendig ist.

Die Stimme geht verloren, wenn sich in der Luftröhre eine Wunde befindet, welche der Luft gestattet auf einem andern Wege, als durch die Stimmritze, zu entweichen. Dagegen hat man Fälle beobachtet, wo die Stimme sich vernehmbar machte, obschon der Kehlkopf quer durchschnitten und nur das untere Paar Stimmbänder unverletzt erhalten war. Die letzteren also sind die Theile, an welche die Bildung der Stimme gebunden ist, womit zusammenhängt, daß bei den Wiederkäuern nur die untern Stimmbänder sich vorfinden.

Im Zustande der Ruhe ist die Stimmritze so weit, daß die Luft lautlos hindurch streicht. Beobachtungen an Verwundeten haben den bestimmten Beweis geliefert, daß bei Bildung von Lauten die Stimmritze sich verenge. Es scheint, daß die Ritze nicht über $\frac{1}{10}$ Zoll breit sein dürfe, um die Erzeugung eines Tones zuzulassen.

Daß eine verschiedene Anspannung der Stimmbänder den Ton der Stimme verändere, werden wir unten beweisen, hier kann nur in Frage kommen, ob sich die Natur dieses Mittels zur Veränderung der Stimme wirklich bediene. Wir haben vollen Grund, dies anzunehmen, da sich ein Muskelpaar findet, welches die Gießkannenknorpel vom Schildknorpel abwärts nach hinten zu ziehen und dadurch die Stimmbänder anzuspannen befähigt ist. Werden die zurücklaufenden Nerven (§. 116.) durchschnitten, welche den Bewegungen der Kehlkopfmuskeln vorstehen, so verschwindet bei einigen Thieren die Stimme ganz, bei anderen wird sie wenigstens dumpfer.

§. 398. Die Stimme muß, wie jeder Schall, von Schwingungen einer elastischen Materie abhängen, nur ist schwer zu entscheiden, von welchen. Die Meinungen über diesen Punkt sind sehr verschieden. Einige haben darauf hingewiesen, daß die ausgeathmete Luft durch die Stimmritze, wie der Wind durch eine Mauerspalte streiche, und daß also die Stärke des Luftzugs einerseits, und die Weite der Stimmritze andererseits, die Höhe und Tiefe der Töne modificiren müsse. Andere haben den Stimmapparat mit einem Flageolet verglichen; die Stimmritze wäre das Mundstück, die Mundhöhle das Ansatzrohr, und der Ton würde dadurch hervorgebracht, daß die oberhalb der Stimmritze befindliche Luftsäule durch die ausgeathmete Luft in regelmäßige Schwingungen versetzt würde. Eine dritte Ansicht ist die, wo die Stimmbänder als schwingende Saiten betrachtet werden. Die Höhe und Tiefe der Töne würde dann theils von dem Grade der Spannung der Stimmbänder, theils von deren Länge abhängen, die Schwingungen selbst aber würden ihren äußern Grund in dem Zuge der Luft, ihren innern in der Elasticität der Stimmbänder haben. Dieser Ansicht nahe verwandt ist endlich eine vierte Meinung, nach welcher das Stimmorgan mit einem Zungenwerke verglichen wird. Das Eigenthümliche eines solchen besteht darin, daß ein elastisches Blättchen, wie in der Mundharmonika, oder statt dessen eine elastische Membran, durch Luftströmung in Schwingungen versetzt wird. Ein solches Zungenwerk ist im Mundstück der Klarinette angebracht, deren Ton dem Klange der menschlichen Stimme ziemlich nahe kommt. Wollte man das Stimmorgan mit einem Zungenwerke vergleichen, so müßten die beiden Stimm-

bänder als membranöse Zungen betrachtet werden, welche zwischen sich den Spalt hätten, durch welchen die Luft strömt. Die ausgestoßene Luft würde, wenn die Stimmritze sich verengert hätte, in den Stimmbändern Widerstand finden, und diese würden in Schwingungen gerathen, welche Töne erzeugen. Auf gleiche Weise entsteht, nach der Ansicht mehrerer neuer Physiker, der Ton beim Hornblasen. Die schwingenden Lippen sind die beiden elastischen Zungen, welche den Ton bilden, das Horn selbst dient als Ansatzrohr, welches den Ton modificirt, und die Luftwege, von der Lunge bis zu den Lippen, dienen als Anspruchsrohr. Sorgfältige Beobachtungen des tönenden Kehlkopfes müssen lehren, welche dieser verschiedenen Ansichten die richtigere ist.

§. 399. Magendie machte bei einem lebenden Hunde einen Einschnitt in den Kehlkopf, welcher die Stimmritze zu beobachten erlaubte. Er sah, wenn das Thier Töne von sich gab, die Stimmbänder schwingen. Bei den tiefsten Tönen war die Stimmritze der ganzen Länge nach offen, und die Stimmbänder schwangen ebenfalls in ihrer ganzen Länge. Bei den höheren Tönen verkürzte sich die Stimmritze mehr und mehr, indem die Luft nur durch den hintern Theil derselben ausströmte, und gleichzeitig wurde der schwingende Theil der Stimmbänder ebenfalls kürzer. Da schwingende Saiten um so höhere Töne geben, je kürzer sie sind, so würden diese Angaben sehr wichtig sein, wenn sich begreifen ließe, wie eine Verkürzung der Stimmritze von vorn nach hinten möglich wäre, denn die anatomische Anordnung läßt das umgekehrte Verhältniß erwarten. Die Muskeln, welche die Stimmritze verändern, liegen am Kehlkopfe nach hinten, nämlich an den Gießkannenknorpeln. Diese Knorpel können durch Muskelkraft gegen einander gedrückt werden, in welchem Falle der hintere Theil der Stimmritze geschlossen und das hintere Ende der Stimmbänder außer Schwingung gesetzt wird. Dagegen kennen wir keine Muskeln, welche das Vermögen besäßen, den vordern Theil der Stimmritze zu schließen und die entsprechende Partie der Stimmbänder außer Schwingung zu setzen.

Nur die angegebene Verkürzung der Stimmbänder, nicht ihre Schwingungen sind zweifelhaft, daher beim Sprechen und Singen der ganze Kehlkopf mitschwingt, wie man durch das Gefühl von außen sich überzeugen kann.

Bei hohen Tönen wird der Kehlkopf gegen die Mundhöhle gehoben, bei tiefen Tönen nach unten zurückgezogen. Im ersteren Falle verkürzt sich der Theil des Luftkanals, welcher über der Stimmritze liegt, im zweiten verlängert er sich. Da nun bei Blasinstrumenten der Kanal, welcher die tönende Luft leitet, nämlich das Ansatzrohr, ebenfalls verkürzt wird, wenn hohe Töne beabsichtigt werden, und gegentheils verlängert wird, wenn tiefe Töne entstehen sollen, so ist in diesem Bezuge eine äußere Aehnlichkeit des Stimmorgans mit einem Blasinstrumente unverkennbar.

§. 400. Wenn man Kehlkopf und Luftröhre aus einer menschlichen Leiche ausschneidet, und mittelst eines Blasebalgs Luft einbläst, so kann man unter günstigen Umständen Töne erzeugen. Diese Töne sind zwar dem Klange der menschlichen Stimme nicht ähnlich, verdienen aber dennoch die größte Aufmersamkeit; sie hängen von denselben Theilen ab, welche während des Lebens die Stimme hervorbringen, und gestatten also Versuche, auf welche eine Theorie der Stimme gegründet werden kann. Die wichtigsten Resultate solcher Versuche sind folgende:

1. Bei sich gleich bleibender Spannung der Stimmbänder wird die Höhe und Tiefe des Tones durch Verengerung oder Erweiterung der Stimmritze nicht verändert.

2. Sind die Stimmbänder in verschiedenem Grade gespannt, so geben sie in der Regel dennoch blos einen Ton, indem entweder nur ein Stimmband schwingt, oder die Stimmung beider sich zu einem Mitteltone akkommodirt. In seltenen Fällen aber hört man zwei Töne.

3. Der Ton, welchen die Stimmbänder bei einer gewissen Spannung hervorbringen, steigt um die Oktave, wenn man den schwingenden Theil des Stimmbandes (durch Anbringung eines Dämpfers) um die Hälfte verkürzt; er steigt um die Quinte, wenn die Verkürzung $\frac{1}{3}$ beträgt.

4. Die Töne verändern sich in der Höhe und Tiefe, bei zunehmender und abnehmender Spannung der Stimmbänder, nicht ganz in denselben Proportionen wie gespannte Saiten und Membranen. Die Höhe des Tones steigt nämlich bei zunehmender Spannung nicht in gleichem Maße, als die Theorie erwarten läßt, obschon die Höhe wenig hinter der erforderten zurückbleibt.

5. Eine kurze Stimmritze kann auch tiefe, eine lange auch hohe Töne hervorbringen, wenn nur die kurzen Stimmbänder in dem geforderten Falle sehr schlaff, die langen dagegen sehr stark gespannt sind.

6. Eine Anspannung der Stimmbänder, welche die Länge dieser um 2—3 Linien vermehrt, soll ausreichen, den ganzen Wechsel von Tönen hervorzurufen, dessen die menschliche Stimme fähig ist. J. Müller erzeugte die Spannung der Stimmbänder durch ziehende Gewichte, und wurde dadurch in den Stand gesetzt, die spannende Kraft zu messen. Eine Steigerung der Zugkraft von $\frac{1}{2}$ bis 37 Loth veranlaßte ein allmäliges Steigen der Stimme durch 30 halbe Töne.

7. Die Falsettöne entstehen nicht, wie bei schwingenden Saiten, dadurch, daß ein Längentheil der Saite schwingt, sondern dadurch, daß ein Breitentheil, nämlich ausschließlich der innere feine Rand der Stimmbänder, schwingt. Unter welchen Verhältnissen aber der Falsetton anspricht, scheint noch nicht ermittelt.

8. Wenn man bei gleich bleibender Spannung der Stimmbänder die Gewalt des Luftstromes vermehrt, so kann man den Ton um eine Quinte und mehr in die Höhe treiben. Die menschliche Stimme besitzt aber das Vermögen, einen gehaltenen Ton anschwellen zu lassen, und es muß also eine Vorrichtung vorhanden sein, welche das Hinauftreiben des Tones, bei vermehrter Kraft, hindert. Eine Vorrichtung der Art für Blasinstrumente erfand Grené. Er brachte unterhalb der Zunge des Mundstücks ein elastisches Blättchen an, und dadurch, daß der Luftstrom an diesem Blättchen sich brach, wurde der beabsichtigte Zweck erreicht. Der Kehldeckel des Menschen (Fig. 34. 35.) liegt über den Stimmbändern gerade so, wie jenes Blättchen der Zungenpfeifen hinter der tönenden Zunge, und könnte also das Organ sein, durch welches ein Hinauftreiben der Stimme bei stärkerem Luftstrome verhindert würde. Versuche, welche an Leichen angestellt wurden, bestätigen indeß diese Vermuthung nicht.

9. Die Länge des Anspruchrohres und Ansatzrohres hat auf den Ton der Stimmbänder keinen so merklichen Einfluß, als auf manche musikalische Zungeninstrumente.

10. Wenn der Kehlkopf nach oben von dem Kehldeckel bedeckt wird, so entstehen tiefere und etwas dumpfere Töne. Durch

ein Herabziehen der Zungenwurzel sind wir im Stande, eine solche Deckung hervorzubringen, und wenn bei erzwungenen tiefen Baßtönen der Kehlkopf nach unten sinkt, so mag dies von dem Drucke der Zunge auf den Kehldeckel herrühren.

§. 401. Aus den mitgetheilten Erfahrungen ergiebt sich deutlich, daß das menschliche Stimmorgan als ein Blasinstrument mit membranösen Zungen betrachtet werden muß. Die Luftröhre ist das Anspruchsrohr, die unteren Stimmbänder sind die Zungen, die Theile über diesen bis zu den Lippen das Ansatzrohr. Ueber diese Punkte kann kein Zweifel sein, dagegen ist ungewiß, ob der Ton durch Schwingung der Stimmbänder selbst, nach Art der schwingenden Saiten, oder durch periodische Unterbrechungen des Luftstromes, welchen die schwingenden Stimmbänder bald aufhalten, bald durchlassen, hervorgebracht werde. Ueber die Art, wie Töne von schwingenden Zungen erzeugt werden, sind die Physiker noch nicht einig; und die Gründe, welche für die eine oder andere jener beiden Ansichten sprechen, können hier nicht erläutert werden. *)

§. 402. Welche Vorrichtungen den Klang der Stimme bedingen und jene unzähligen Abstufungen von Wohllaut, Mißlaut und leidenschaftlicher Eigenthümlichkeit hervorrufen, ist nicht näher nachweisbar. Der Bau des Kehldeckels, des weichen Gaumens und der Mundhöhle überhaupt muß nothwendig von großem Einfluß sein, da die schwingende Luft an diesen Theilen gebrochen wird. In der That wissen wir, daß Substanzverlust in diesen Organen die Stimme außerordentlich verändern kann. Auch der Zustand von Trockenheit und Feuchtigkeit des Kehlkopfes, die Gegenwart, der Ueberfluß oder der Mangel an Schleim, und selbst der Genuß von Speisen und Getränken, welche doch nur mit der Mundhöhle in Berührung kommen, haben Einfluß auf die Stimme, deren Klang und Umfang von allen diesen Momenten abhängig ist.

§. 403. Die Sprache ist das Vermögen, sich durch Töne

---

*) Vieles Treffliche über diesen Gegenstand findet sich in einem Abschnitte des Handbuchs der Physiologie des Menschen von Johannes Müller, welchen wir besonders in §. 400 vielfach benutzt haben. S. im angef. Werke. Bd. 2. Abth. 2. S. 133. u. f.

mit seines Gleichen zu verständigen. Auch viele Thiere haben eine Sprache, aber da die Sprache nur mittheilen kann, was das Individuum geistig besitzt, und da die geistigen Besitzthümer der Thiere nicht erworben, sondern ererbt werden, so bewegt sich die Thiersprache in dem engen Kreise des Triebes und der Leidenschaft, und besteht, in so weit sie überhaupt besteht, als angeborne Fähigkeit. Die Begriffssprache dagegen ist eine Tochter der Vernunft, sie entwickelt sich mit dieser und durch diese, die Stimmorgane sind nur ihr zufälliges Instrument, denn wären wir von Natur stumm, so würden wir unfehlbar eine Zeichensprache haben, deren Benutzung zwar unbequemer, aber zur Mittheilung der Begriffe noch immer geeignet sein würde.

Die Physiologie bestätigt die Behauptung, daß die Stimmorgane des Menschen nur zufällige Werkzeuge der Sprache sind. Unser Vermögen, artikulirte Töne hervorzubringen, ist ein ganz äußerlicher Vortheil, denn einerseits giebt es Vögel, wie der Papagei, welche befähigt sind, ganz ähnliche Laute hervorzubringen, andererseits zeigen die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Sprachen deutlich, daß die Sprache zu ihrem Bestehen nicht bestimmter, artikulirter Laute benöthigt ist. Schon unter den europäischen Sprachen hat fast jedes Alphabet seine eigenthümlichen Laute, das Alphabet der Hottentotten besteht, nach den Nachrichten der Reisenden, größtentheils aus schnalzenden Lauten, für welche sich in unsern Sprachen nichts Analoges findet, und so kommen wir auf dem Wege der Induktion zu dem Schlusse, daß es Sprachen geben könne, welche auch nicht einen artikulirten Laut unter einander gemein haben. Berücksichtigung verdient endlich, daß der Gesang der Vögel jene Artikulation zuläßt, welche vom Menschen zur Tonsprache benutzt wird.

Die Bildung der Laute hängt zuvörderst davon ab, ob wir die Luft durch die Muud= oder Nasenhöhle austreten lassen. Wird die Luft durch die Mundhöhle ausgestoßen, so besitzen wir verschiedene Bewegungsapparate, um sie verschiedenartig zu brechen. Hierher gehören Zunge, weicher Gaumen, Lippen und der Unterkiefer selbst. Eine genauere Beschreibung der Bewegungen, welche die einzelnen Selbstlauter und Mitlauter hervorbringen, dürfte hier nicht am Orte sein.

Elfter Abschnitt.

Von den Absonderungen im Allgemeinen.

§. 404. Der letzte Akt des organischen Stoffwechsels, den wir zu betrachten haben, ist die Absonderung oder Sekretion. Die Aufgabe derselben ist, gewisse unbrauchbare Stoffe aus dem Blute zu entfernen.

Aus der Schilderung des Ernährungsprocesses ergiebt sich, wie solche Stoffe in das Blut kommen, auch ist bereits gezeigt worden, wie das Athmen dahin strebt, das durch die Ernährung verderbte Blut wieder herzustellen. Die Respiration giebt und nimmt dem Blute nur gasförmige Stoffe, den absondernden Organen bleibt es überlassen, Flüssigkeiten und feste Substanzen, welche in den flüssigen aufgelöst sind, aus dem Blute zu entfernen.

§. 405. Obschon wir das Wesen der Sekretion in die Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe setzen müssen, so ist doch die Unbrauchbarkeit der ausgeschiedenen Stoffe oft nur eine relative. Hierauf beruht der Unterschied der Exkretion und Sekretion. Erstere bildet die Auswurfsstoffe, wie Harn und Schweiß, welche als unbedingt unbrauchbar ausgeschieden werden, die letztere erzeugt Substanzen, die zwar auch aus dem Blute entfernt werden müssen, die aber, selbst nach ihrer Absonderung, noch organischen Zwecken dienen, entweder in demselben Körper, wo sie entstanden, wie der Speichel und die Galle, oder in einem fremden, wie die Milch und der männliche Samen.

§. 406. Die Absonderung geschieht aus den feinsten Blutgefäßnetzen, welche sich an einer freien Fläche ausbreiten, so daß Ausschwitzung an den Grenzen dieser Fläche möglich ist. Wahrscheinlich sind alle Organe in ihren Grenzflächen, und namentlich alle Häute, insofern sie den erwähnten Gefäßbau besitzen, gewisser Absonderungen fähig. In der That findet man alle Eingeweide mit einer schlüpfrigen Feuchtigkeit überzogen, und die Schleimhäute sind überall gleichmäßig mit Schleim bedeckt, auch wo die Schleimdrüsen fehlen. Die meisten Absonderungen gehen indeß in besonderen Organen vor sich, in den Drüsen nämlich, deren allgemeinen Bau wir bereits §. 33. beschrieben haben. Die Drüsen

sind im Wesentlichen nur Faltungen oder Einstülpungen einer absondernden Haut, bestimmt, die Ausdehnung der absondernden Fläche zu vergrößern. Am deutlichsten zeigen dies die Schleimdrüsen, die nichts anderes als Versenkungen der Schleimhaut sind. Eine solche Versenkung bildet eine einfache Höhle, deren Wandungen den Blutgefäßnetzen eine größere Ausbreitung gestatten, als die glatt fortlaufende Schleimhaut erlaubt haben würde. Wenn nun die Wandungen einer solchen einfachen Höhle wieder Nebenhöhlen bilden, so wird zwar die absondernde Fläche an Größe gewinnen, im Uebrigen aber ist kein Grund anzunehmen, daß diese Nebenhöhlen auf die Funktion der absondernden Fläche einen Einfluß ausüben, auch dann nicht, wenn sie durch röhrenförmige Verlängerung und Verzweigung ein System von absondernden Gefäßen darstellen, welches die höhlenartige Gestalt nicht mehr erkennen läßt. Die absondernden Gefäße sind immer nur Einstülpungen der absondernden Haut, sie sind, wie diese, nur Träger des Haargefäßnetzes, nicht aber Fortsetzungen und offne Enden der Blutgefäße, wie man früher vermuthete. Die vergleichende Anatomie lehrt, daß derselbe Absonderungsstoff bei verschiedenen Thieren von Drüsen bereitet werde, deren Anordnung außerordentlich verschieden ist, und umgekehrt, daß Drüsen von scheinbar gleichem Baue die verschiedensten Stoffe hervorbringen. Wir müssen zur Zeit noch darauf verzichten, die Eigenthümlichkeit der Absonderungsstoffe mit den anatomischen Verhältnissen der Drüsen in Verbindung zu setzen, denn selbst die Verschiedenheiten der Gefäßnetze, welche man früher auf den absondernden Flächen annahm, sind nach und nach in Nichts zerflossen.

§. 407. Es entsteht daher die schwierige Frage, warum in verschiedenen Absonderungsorganen verschiedene Stoffe ausgeschieden werden; eine Frage, die eben so unlösbar ist, als die früher aufgeworfene, warum die ernährenden Gefäße an jedes Organ gerade die Stoffe absetzen, die es, seiner Mischung nach, bedarf. Es entsteht aber bei den absondernden Gefäßen noch eine zweite Schwierigkeit, die nämlich, zu begreifen, warum das Haargefäßnetz nur nach der freien Fläche absondert, nicht, wie die ernährenden Gefäße, nach allen Seiten, wo denn der Absonderungsstoff sich in dem ganzen Gewebe der Drüse finden müßte, was nicht der Fall ist.

§. 408. Die charakteristischen Substanzen der Absonderungsstoffe finden sich zum Theil schon im Blute, wie Gallenfett, Harnstoff, Oel, Oelsäure, so daß es nur der Ausscheidung bedarf, andere Stoffe finden sich nicht, und müssen durch das absondernde Organ erst erschaffen werden. Indeß spricht jenes Ausscheiden nicht minder für eine eigenthümliche Lebenskraft, als dieses Schaffen, denn da der Harnstoff mit dem Blute zu allen Drüsen geführt, aber nur von den Nieren ausgeschieden wird, so ist ein zweckmäßiges Wählen der abzusondernden Stoffe in den Drüsen unverkennbar.

§. 409. Die absondernden Organe vertreten sich einigermaßen gegenseitig, so daß verhinderte Absonderung in einem Theile durch vermehrte Ausscheidung in einem andern wieder gut gemacht wird. Am auffallendsten ist dieser Antagonismus zwischen der Haut, als dem schweißabsondernden Organe, und den Nieren, daher bei großer Kälte, wo die Haut zusammengezogen und für den Schweiß undurchgängig ist, die Harnabsonderung beträchtlich vermehrt wird. Unter Umständen kann sogar ein Absonderungsorgan die Stoffe ausscheiden, welche im regelmäßigen Verlauf nur in einem andern ausgeschieden werden. In Krankheiten der Nieren z. B. wird zuweilen der Harnstoff von der Haut ausgeschieden. Eine solche Stellvertretung des einen Organs durch ein anderes scheint aber nur insofern möglich, als die auszuscheidenden Stoffe, wie eben der Harnstoff, schon im Blute vorgebildet sind. Die schaffende Kraft des Sekretionsorgans kann durch kein anderes ersetzt werden, daher mit der Kastration die Samenbereitung aufhört. Wenn in Leberkrankheiten die Haut gelb wird, so geschieht dies zwar durch Ausscheidung von Gallenstoff, allein man hat Grund, zu glauben, daß dieser Stoff schon in der Leber bereitet wurde, daß er wegen Verstopfung der Gallengänge nicht ausgeführt werden konnte, und nun mittelst Durchschwitzung in das Innere der Blutgefäße gelangte.

§. 410. Die Abhängigkeit der Absonderungsprocesse vom Nervensystem wird namentlich durch den Einfluß der Gemüthsbewegungen bewiesen. Angst erregt vermehrte Schweißabsonderung und Durchfälle, Aerger wirkt auf die Leber, Schreck hemmt die Milchabsonderung, und Wuth scheint den Speichel in ein Gift verwandeln zu können. Auch die Durchschneidung

der Nerven, welche zu Absonderungsorganen gehen, beweist die Wichtigkeit des Nerveneinflusses, wie andern Orts zu zeigen.

§. 411. Die Ausscheidung der abgesonderten Stoffe geschieht in den einfachen Drüsen durch eine Oeffnung der Höhle, in den zusammengesetzten Drüsen aber durch einen Ausführungsgang. Diese Ausführungsgänge zeigen Kontraktilität und scheinen daher mit einer zarten Muskelschicht versehen zu sein, obschon sie anatomisch nicht nachweisbar ist. Das Austreten der Sekreta geschieht unstreitig durch Verengerung der Ausführungsorgane, welche ihren Inhalt nach der offenen Seite des Kanals hindrängen. Indeß erklären sich hiermit die plötzlichen, reichlichen Ergießungen gewisser Absonderungsstoffe keinesweges, denn man kann nicht annehmen, daß die kleinen Thränendrüsen z. B. alle die Thränen schon enthalten haben, welche, wie man sich bildlich, aber doch ziemlich bezeichnend ausdrückt, bisweilen stromweise hervorbrechen.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Haut und der Hautausdünstung.

§. 412. Die Haut besteht aus zwei leicht trennbaren Schichten, der Oberhaut und der Lederhaut.

Die Oberhaut gehört zum Horngewebe (§. 20.) und besteht aus Schichten, die nach innen immer weicher, und an der Grenze der Lederhaut fast schleimig werden, daher man diese innersten Lagen der Oberhaut früher als eine besondere Schicht ansah und Schleimnetz nannte. An der Oberfläche bemerkt man mit Hülfe des Mikroskops unzählige Poren, welche nicht sowohl Löcher, als vielmehr Versenkungen des Oberhäutchens, in der Gestalt von blindendigenden Kanälen, zu sein scheinen. Diese Annahme beruht nämlich darauf, daß sowohl die häutigen Scheiden, in welchen die Haarwurzeln sitzen, als auch die Ausführungsgänge der Schweißdrüsen mit ihren offenen Mündungen die Poren bilden, und daß diese Ausführungsgänge und jene Scheiden in der Nähe der Ausmündungsstellen die Farbe der Oberhaut erkennen lassen.

Die Lederhaut besteht aus feinen, filzartig verwebten Fasern, wie an der Struktur des Leders noch zu erkennen ist. An ihrer äußern Fläche bildet sie zarte, vorspringende Wärzchen, in welchen die Nerven zu endigen scheinen, und welche das Hauptorgan des Getastes abgeben. Im Innern des Hautgewebes finden sich die Haarscheiden, die Schweiß- und die Talgdrüsen. Die Haarscheiden (Tab. VII. Fig. 39. f.) sind blindendigende, vielmehr lange als breite Säcke, welche in der innern Fläche der Haut, oder noch tiefer im Fettgebilde, entspringen, in gerader Richtung durch die beiden Hautschichten verlaufen und mit einer Pore endigen. Sie umschließen die weichen, etwas verdickten Wurzeln der Haare (Fig. 39. g.), die man Zwiebeln nennt, und ernähren diese. Da das Haar außerhalb der Haut nicht wächst, sondern, wie der Nagel, von der Wurzel aus nachschiebt, so muß man annehmen, daß die Haarscheiden Haarstoff ausschwitzen, der Zwiebel übergeben, und so das Wachsthum von unten her bewerkstelligen. Die Schweißdrüsen (Fig. 39. c.) liegen in der innern Fläche der Lederhaut und gehen mit einem spiralförmig gewundenen, äußerst zarten Ausführungsgange (b) zu einer Pore (d) der Oberhaut. Die Talgdrüsen (e) sind traubenförmig, liegen oberflächlich in der Lederhaut und münden sich mit ihren Ausführungsgängen in die Haarscheiden, um die Haare einzuölen. Wo indeß die Haare fehlen, gehen die Ausführungsgänge selbstständig nach außen, und öffnen sich ebenfalls mittelst der Poren der Oberhaut.

§. 413. Die Menge der von der Haut und den Lungen ausgedünsteten Stoffe ist sehr beträchtlich, und beträgt dem Gewicht nach täglich mehrere Pfunde. Dalton fand dies, indem er das Gewicht der genossenen Nahrungsmittel mit dem des Harnes und Darmkothes verglich, wobei sich ergab, daß die Ausleerungen über 3 Pfund leichter waren als das Genossene, ohne daß der Körper an Schwere zugenommen hatte. Seguin und Lavoisier stellten sehr zahlreiche Wägungen an, bei welchen sie sich einer so feinen Wage bedienten, daß der Gewichtsverlust, welchen die Ausdünstung in Zeit einer Minute veranlaßt, bemerkbar war. Die Hauptresultate, welche sich aus ihren und Anderer Beobachtungen ergaben, sind folgende:

1. Die Menge der Ausdünstung ist nach Umständen verschie-

den; sie beträgt unter den günstigsten Umständen in der Minute 31, unter den ungünstigsten 10, im Mittel 18 Gran.

2. Die Hautausdünstung hängt theils von der auflösenden Kraft der umgebenden Luft, theils von der Lebensthätigkeit der aushauchenden Gefäße ab. In ersterem Bezuge wird die Ausdünstung durch trockne, warme Luft vermehrt und durch naßkalte Witterung vermindert, der Einfluß der Lebenskraft aber zeigt sich auf verschiedene Weise. Der todte Körper dünstet weniger aus, als der lebende, unmittelbar nach dem Essen ist die Ausdünstung am unbedeutendsten, zur Zeit der Verdauung am stärksten. Gestörte Verdauung hemmt die Transpiration beträchtlich, eben so Erkältung, dagegen nimmt sie bei Muskelanstrengung zu, es giebt Gemüthsbewegungen, welche plötzlich einen heftigen Schweiß hervorrufen, und ein kalter Schweiß ist der gewöhnliche Begleiter der Ohnmacht.

3. Wie viel man auch Nahrungsmittel zu sich nehme und wie sehr auch die atmosphärischen Verhältnisse wechseln mögen, so kommt doch ein gesunder Mensch, nachdem er um das ganze Gewicht der eingenommenen Nahrungsmittel schwerer geworden ist, nach 24 Stunden ungefähr auf dasselbe Gewicht zurück, welches er Tags zuvor hatte.

§. 414. Bei diesen Angaben ist die Ausdünstung der Haut von der der Lungen nicht gesondert. Nach Seguin soll erstere um mehr als die Hälfte beträchtlicher, nach Dalton dagegen um $\frac{4}{5}$ geringer sein. Ferner ist nicht in Rücksicht genommen, daß die Haut nicht bloß aushaucht, sondern auch auffaugt. Man hat sogar in einigen Fällen eine vom Essen unabhängige Vermehrung des Körpergewichts wahrgenommen, woraus sich ergiebt, daß die Angaben über die Aushauchung, so beträchtlich sie auch scheinen, doch noch zu gering sind.

§. 415. Wenn die ausgehauchten Dünste in solcher Menge vordringen, daß die Luft nicht Zeit findet, sie aufzulösen, so sammeln sie sich als Schweiß. Dieser besteht größtentheils aus Wasser, in den festen Theilen aber finden sich kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure, salzsaure und milchsaure Salze, deren Basis Natron, Kali, Ammoniak und Kalk ist. Auch enthält der Schweiß Osmazom und vielleicht Harn- und Speichelstoff. Das Fett, wel-

ches dem Schweiß beigegeben ist, stammt unstreitig aus den Talgdrüsen.

§. 416. Die Ausdünstungen sind zum Theil gasförmig, und nach zuverlässigen Beobachtungen kann die Haut, gleichwie die Lunge, Kohlensäure und Stickstoff aushauchen. Zweifelhaft scheint nur, ob die Kohlensäure als vorgebildeter Sekretionsstoff zu betrachten ist, oder ob sie durch Wechselwirkung der Haut mit der Luft erst erzeugt wird

§. 417. Die Ausdünstung gehört zu den wichtigsten Verrichtungen und muß auf irgend eine Weise ersetzt werden, wenn sie gehemmt wird. Ist sie nur quantitativ beeinträchtigt, wie namentlich durch Kälte der Temperatur oder nasse Luft, so ersetzen die Nieren durch vermehrte Harnabsonderung die Hautthätigkeit und die Gesundheit leidet nicht. In andern Fällen dagegen, wie nach Erkältung, scheint die Hautabsonderung mehr qualitativ verändert und dann sind es nicht die Nieren, sondern die Schleimhäute, welche antagonistisch eingreifen, daher Schnupfen oder Durchfälle entstehen.

Dreizehnter Abschnitt.

Von den Nieren und der Harnabsonderung.

§. 418. Die Nieren (Tab. VI. Fig. 31. f. f.) sind bohnenförmig, von Farbe dunkel rothbraun nnd liegen neben den obern Lendenwirbeln, die rechte unter der Leber, die linke, etwas höher, unter der Milz. Ihre Lage ist senkrecht, die konvexe Seite ist nach außen, die konkave nach innen gerichtet. An der konkaven Seite findet sich ein häutiger, trichterförmiger Sack, das Nierenbecken (Tab. V. Fig. 25. d.), welches sich, abwärts von den Nieren, schnell verengert und in einen Ausführungsgang, den Harnleiter (Fig. 31. g.), übergeht. An der konkaven Seite treten auch die Blutgefäße und Nerven zur Niere, nämlich die Nierenarterie, welche in der Lendengegend unter rechtem Winkel aus der Aorta (Fig. 31. 24.) entspringt, die Nierenvene, welche sich in derselben Gegend rechtwinkelig in die untere Hohlvene einsenkt, und das Nervengeflecht der Nieren, welches vom sympathischen Nerven herstammt und gleichzeitig mit den Blutgefäßen, die es umstrickt, in das Innere des Organs gelangt.

Wenn man das Nierenbecken öffnet, so sieht man von der Niere aus 15—20 warzenförmige Erhöhungen in die Höhle des Beckens hineinragen. Diese Warzen (Fig. 25. b.) sind die Spitzen pyramidenförmiger Organe, welche mit ihrer breiten Basis der äußern konvexen Seite der Nieren zugewendet sind (Fig. 25. a. a.). Nur bei dem Embryo sind diese Pyramiden wirklich getrennt, später verwachsen sie zwar, unterscheiden sich aber noch immer dadurch, daß jede von einer Hülle dunklerer Substanz überzogen ist. Diese dunklere Substanz, die sogenannte Rindensubstanz, überzieht jede Pyramide, mit Ausnahme ihrer Spitze, von allen Seiten, daher an der Außenseite der Nieren nur Rindensubstanz bemerklich wird. Die Pyramiden selbst bestehen aus einer hellern Substanz, welche Marksubstanz genannt wird.

In der Rindensubstanz entspringen äußerst zarte, vielfach gewundene Kanälchen, die absondernden Gefäße des Harns (tubuli Belliniani, Fig. 26. b. c). Diese Gefäße treten an der breiten Seite der Pyramiden ein und verlaufen geradlinig nach deren Spitze. Bei diesem Verlaufe vereinigen sich immer je zwei Kanälchen unter einem höchst spitzen Winkel, und die aus der Vereinigung entstandenen Kanälchen vereinigen sich abermals je zwei, bis zuletzt nur wenige Kanälchen übrig bleiben, welche an der Spitze der Pyramide offen ausmünden und den abgesonderten Harn in das Nierenbecken ergießen. Merkwürdiger Weise sind die Kanälchen in der Rindensubstanz, wo sie entspringen, nicht enger, als an den Nierenwarzen, wo sie endigen, während in andern Drüsen durch Verschmelzung mehrerer Kanälchen zu Einem Erweiterung der Gefäßhöhle bewerkstelligt wird.

Die Harnleiter steigen von den Nieren aus senkrecht nach unten in das Becken und münden sich in die Harnblase (Fig. 31. h.). Diese liegt im kleinen Becken, hinter der Vereinigung der Schambeine und vor dem Mastdarm, von welchem sie beim weiblichen Geschlecht durch die dazwischen liegende Gebärmutter getrennt wird. Die Blase besteht aus drei Häuten. Die äußerste ist die zarte Muskelhaut, welche durch ihre Zusammenziehung die Entleerung des Harns bewerkstelligt. Die zweite besteht aus Zellgewebe und ist der Sitz der Blutgefäße; die innerste gehört zu den Schleimhäuten. Nach unten verengert sich die Blase zu einem Theile, den man Blasenhals nennt, und dieser wieder geht in die

Harnröhre über, welche bei den Frauen sich in den obern Theil der Scheide öffnet, bei den Männern aber durch die Ruthe tritt (Tab. IV. Fig. 22.). Um den Blasenhals lagert sich kreisförmig ein Muskel, welcher durch Zusammenziehen die Blase schließt und den Ausfluß des Harns hindert.

§. 419. Der frisch gelassene Harn reagirt sauer, der gestandene alkalisch. Die Mischung des Harns ist sehr veränderlich, indem, abgesehen vom Gesundheitszustande, auch die Nahrungsmittel und der Grad der Hautausdünstung von Einfluß sind. Dies zeigt schon die hellere oder dunklere Farbe, die mit der Menge des Wassergehalts in Zusammenhang steht. Man muß daher zwischen den unwesentlichen und wesentlichen Bestandtheilen des Harns unterscheiden. Zu den letztern gehören: Natron, an Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salzsäure gebunden, Ammoniak in milchsauern, phosphorsauern und salzsauern Salzen, schwefelsaures Kali, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Kieselerde, Harnstoff, Harnsäure, freie Milchsäure, Osmazom und Blasenschleim. Alle diese Substanzen finden sich aufgelöst im Wasser, welches gegen $\frac{93}{100}$ des Harns ausmacht.

Der Harn hat daher manche Aehnlichkeit mit dem Schweiß, unterscheidet sich aber wesentlich durch die Harnsäure und den Harnstoff, Substanzen, die aus den vier charakteristischen Gasarten der thierischen Mischung zusammengesetzt und überaus reich an Stickstoff sind. Hieraus ergiebt sich, daß es in den Nieren hauptsächlich auf Ausscheidung von Wasser, von Salzen und von Stickstoff abgesehen ist.

§. 420. Alle vorhergenannten näheren Bestandtheile des Harns sind nicht sowohl Produkte der Nierenthätigkeit, als des Ernährungsprocesses, sie finden sich vorgebildet im Blute und werden nur ausgeschieden als Stoffe, die nicht mehr zu brauchen sind. Zum Beweis dienen folgende Erfahrungssätze. 1) Gewisse Stoffe, die mit den Nahrungsmitteln in den Magen gelangen, gehen unverändert in den Harn über, wie mehrere Salze und Färbestoffe, z. B. kohlensaures Kali, Gummigut, Rhabarber, rothe Rüben u. s. w. 2) Die Beschaffenheit der Nahrungsmittel hat auch auf die Mengenverhältnisse selbst der wesentlichen Bestandtheile des Harns Einfluß. Bei den pflanzenfressenden Thieren fehlt im

Harn die Harnsäure, und bei dem fleischfressenden Hunde verringert sich ihre Menge, wenn man ihn blos mit Brod füttert. Man kann daher nicht umhin, anzunehmen, daß die wesentlichen Bestandtheile des Harns, wenn auch nicht mit den Nahrungsmitteln direkt in den Körper kommen, doch durch die Assimilation derselben hervorgebracht werden. 3) Alle nähern Bestandtheile des Harns wirken, wenn sie innerlich eingenommen werden als harntreibende Mittel, gewiß nicht darum, weil sie alle eine erregende Kraft auf die Nieren ausüben, sondern weil mit ihnen etwas in den Körper kommt, was wieder ausgeschieden und zwar in den Nieren ausgeschieden werden muß, weil diesen gerade das Vermögen der Ausscheidung für den betreffenden Stoff gegeben ist. So vermehrt reichliches Wassertrinken den Harnabgang nicht durch arzneiliche Kraft, sondern dadurch, daß im Blut ein Uebermaß an Wasser entsteht, welches durch die Nierenthätigkeit beschränkt werden muß. 4) Alle nähern Bestandtheile des Harns finden sich bei gestörter Nierenthätigkeit theils im Blute, theils in andern Sekretionen, unstreitig als Folge einer Anhäufung, welcher nicht mehr auf dem gesetzlichen Wege gesteuert wird.

§. 421. Die Bestimmung der Nieren ist also, eine Flüssigkeit abzusondern, welche aus denjenigen Materien zusammengesetzt ist, die theils unassimilirt ins Blut gelangen und also zum Stoffersatz des thierischen Körpers nicht brauchbar sind, theils bei der Verdauung und dem Wechsel der Materie im thierischen Organismus erzeugt, oder bei diesen Vorgängen als fernerhin unbrauchbar abgeschieden werden. Sie tragen also, wie alle Sekretionsorgane, dazu bei, das Blut in seiner geeigneten Mischung zu erhalten, daher denn auch Thiere, welchen man die Nieren ausschneidet, nach einigen Tagen unter Zeichen von Säfteentmischung sterben.

§. 422. Zu den sehr auffallenden Erscheinungen der Harnabsonderung gehört es, daß Stoffe, welche in den Magen gelangten, oft so ungemein schnell wieder durch den Harn entleert werden. So ist mir aus sicherer Quelle ein Fall bekannt, wo ein Bauerknecht in der Zeit von ein Paar Stunden eine Tonne Bier austrank. Man hat, um solche Fälle zu erklären, in früherer Zeit geheime Harnwege angenommen, indem es nicht glaublich schien, daß in so kurzer Zeit so große Mengen von Flüssigkeit ausgeleert werden könnten, wenn sie aus dem Magen erst in das

Blut und so durch den Kreislauf zu den Nieren gelangen sollten. Gleichwohl ist dem so. Denn erstens giebt es außer den Blutgefäßen keine Verbindung zwischen Magen und Harnblase, und zweitens weiß man jetzt, daß manche Stoffe, wie Rhabarber und blausaures Kali, binnen einigen Minuten aus dem Magen in das Blut gelangen. Uebrigens findet man nicht blos im Harn, sondern auch in andern Absonderungsstoffen die vom Magen aufgenommenen Materien überaus schnell wieder und müßte daher die Existenz jener geheimen Wege auch auf andere Sekretionsorgane ausdehnen.

§. 423. Die Nieren stehen nicht nur mit der Haut, wie oben erwähnt wurde, sondern auch mit den übrigen Absonderungsorganen in antagonistischem Verhältniß. Wenn die Absonderung in den serösen Häuten krankhaft vermehrt ist und in Folge davon Brust- oder Bauchwassersucht entsteht, so zeigt sich die Harnsekretion spärlicher, und umgekehrt kann durch Vermehrung dieser die Wassersucht vermindert, ja selbst beseitigt werden. Andere Krankheitserscheinungen beweisen das Wechselverhältniß zwischen den Nieren einerseits und den Schleimhäuten, der Leber und den Brüsten andererseits.

§. 424. Bei keinem Absonderungsorgane kennt man den Einfluß des Nervensystems so genau, als bei den Nieren. Man hat nämlich bestimmte Theile jenes Systems bei Thieren zerstört, und die Veränderungen, welche in der Mischung des Harnes erfolgten, beobachtet. Nach Durchschneidung der Nierennerven dauert zwar die Harnabsonderung fort, allein die charakteristischen Bestandtheile des Urins, Harnstoff und Harnsäure, fehlen fast ganz. Wird der herumschweifende Nerv (welcher zum Magen geht) durchschnitten, so gehen die Substanzen, welche außerdem unverändert in den Harn gelangen, nicht über. Auch Verletzungen des Hirns und Rückenmarks veränderten die Harnmischung, wurde aber das verlängerte Mark zerstört, so hörte die Absonderung ganz auf.

§. 425. Die Entleerung des Harns sowohl, als die Zurückhaltung desselben ist der Willkühr unterworfen, aber nur bis auf einen gewissen Grad. Am merkwürdigsten hierbei ist, daß wir im Stande sind, während des Schlafs, also bei mangelndem Bewußtsein, den Harn zurückzuhalten. Hier scheint die Thätigkeit der

Blasenmuskeln nicht vom Gehirn, sondern vom Rückenmark geregelt zu werden, sie gehört also zu den Reflexwirkungen (§. 142.).

Vierzehnter Abschnitt.

Von dem Baue und den Verrichtungen der Leber und Milz.

§. 426. Die Leber, die größte Drüse des menschlichen Körpers, liegt in der Bauchhöhle nach oben und rechts, unmittelbar unter dem Zwerchfell (Fig. 21. l.). Sie ist mehr breit als dick, ihre obere Fläche ist, der Wölbung des Zwerchfells entsprechend, konvex, ihre untere ein wenig konkav und sehr uneben. Die Ränder der Leber sind nach vorn und nach links zu scharf, nach hinten und nach rechts dagegen stumpf.

Die Leber ist durch ein Paar Falten des Bauchfells (§. 254.) am Zwerchfell aufgehangen. Diese häutigen Falten überziehen die ganze Oberfläche der Leber in der Art, daß diese als in einem Sack des Bauchfells hängend betrachtet werden kann.

Die braunrothe Substanz der Leber besteht aus einem Geflecht von Blutgefäßen, Nerven und Ausführungsgängen. Letztere verzweigen sich baumförmig, indem die feinsten Reiserchen zu Zweigen, diese zu noch größern Aesten und die Aeste endlich zu einem Stamme zusammentreten. Der gemeinschaftliche Stamm der Ausführungsgänge (ductus choledochus) steigt von der Leber aus nach unten und senkt sich unweit des Magen-Pförtners in den Zwölffingerdarm. Vorher jedoch verbindet er sich durch einen offnen Gang (ductus cysticus) mit der Gallenblase (Fig. 21. g'.). Die Gallenblase ist ein länglicher Sack, der an der untern Fläche der Leber liegt und mit seinem blinden Ende über den vordern scharfen Rand der Leber vorspringt. In ihrem Verlauf nach hinten wird die Blase immer schmäler, bis sie zuletzt mit einem engen Halse in jenen Gang übergeht, der unter spitzem Winkel in den Ausführungsgang der Galle sich einsenkt. Man kennt nur diese eine Oeffnung in der Gallenblase des Menschen, so daß derselbe Gang die Galle der Blase zuführen und aus ihr entfernen muß. Die Leber erhält ihre Nerven von dem Leberge-

flecht, welches durch Zweige des herumschweifenden und des sympathischen Nerven gebildet wird. Als zuführendes Blutgefäß findet sich außer der Leberschlagader auch eine Vene, die Pfortader (§. 323. Fig. 21. 4.), deren Stamm sich in der Leber verzweigt und zuletzt in ein Haargefäßnetz übergeht, aus welchem die Lebervenen entspringen. Dieses Haargefäßnetz steht mit dem der Leberschlagader in vielfältigem Zusammenhang, ein Umstand, der bereits darauf hinweist, daß die Verrichtungen beider zuführenden Gefäße in keinem strengen Gegensatz stehen.

§. 427. Um die Verrichtung der Leber als Sekretionsorgan gehörig zu würdigen, muß man die Beschaffenheit der Galle berücksichtigen. Diese ist eine dickliche, grüne und bittere Flüssigkeit. Sie besteht zu $\frac{9}{10}$ aus Wasser und enthält außer verschiedenen, in Wasser löslichen Salzen, mehrere eigenthümliche Substanzen, als Gallenfett, Gallenharz, Oelsäure und einen bittern Stoff, das Pikromel. Eine gewisse Menge freies Natron verleiht der Galle alkalinische Kraft.

Wir haben oben (§. 267.) den Einfluß der Galle auf die Verdauung auseinander gesetzt, hier kann es nur darauf ankommen, sie als Absonderungsprodukt zu betrachten. Daß die Galle aus dem Körper als ein Unbrauchbares ausgeschieden werden soll, beweisen folgende Umstände: 1) Die meisten Bestandtheile der Galle finden sich in den Exkrementen wieder, unter andern der Färbestoff. 2) Ist die Ausleerung der Galle in den Darmkanal verhindert, so hört die Absonderung nicht etwa als nutzlos auf, sondern wird durch andre Sekretionsorgane besorgt, namentlich durch die Haut, die nun eine gelbe Farbe annimmt, und durch die Nieren, die einen gallehaltigen Harn absondern. 3) Schon im Fruchtleben beginnt die Absonderung in der Leber, wo die Galle natürlich keinen Bezug auf das Verdauungsgeschäft haben kann. Die Leber ist sogar im Fötus verhältnißmäßig sehr groß und die Menge der abgesonderten Galle (Kindspech, meconium) ist beträchtlich, was damit zusammenhängen mag, daß die andern Sekretionsorgane und namentlich die Lungen noch in Unthätigkeit sind. 4) Eine vergleichende Betrachtung der Thiere lehrt, daß bei vielen ähnliche Verhältnisse obwalten, als beim Embryo. Bei Einigen treten die Gallengänge so nah am After in den Darm, daß die Galle nur als Absonderungsprodukt gelten kann, und fast

immer steht die Leber in einem gewissen Antagonismus zu den Lungen, indem sie namentlich dann beträchtlich entwickelt erscheint, wenn ein unvollkommener Lungenbau zur Blutreinigung minder geeignet ist.

§. 428. Mit der aufgestellten Ansicht in Einklang ist die merkwürdige Einrichtung des Pfortadersystems, durch welches der Leber hauptsächlich venöses und also solches Blut zugeführt wird, welches der Reinigung vorzugsweise bedarf. Es ist nämlich allerdings wahrscheinlich, daß das von der Pfortader der Leber zugeführte Blut vornehmlich zur Absonderung der Galle, das hellrothe Blut der Leberarterie dagegen hauptsächlich zur Ernährung der Leber gebraucht werde.

Wir würden bei den Absonderungsorganen noch der Speicheldrüsen, der Hoden und Brüste erwähnen müssen, indeß sind die ersteren schon bei der Verdauung erwähnt worden und die beiden letztern werden passender bei der Lehre von der Zeugung Berücksichtigung finden. Speichel, Same und Milch werden nicht mit Bezug auf Wiederherstellung der organischen Mischung ausgeschieden, sondern sind noch brauchbare Substanzen, die sich in Absonderungsorganen ausscheiden, um zu besondern Zwecken des Organismus verwendet zu werden.

§. 429. Eine besondere Klasse von Drüsen, die auch Blutdrüsen genannt werden, ermangeln der Ausführungsgänge. Die größte derselben ist die Milz, ein länglich ovales, dunkelrothes Organ, welches in dem obersten und linken Theile der Bauchhöhle liegt (Fig. 21. m.). Sie grenzt nach oben und außen an das Zwerchfell, nach unten an die linke Niere, nach innen an den Magen und hängt in einer Falte des Bauchfells. Die Milz erhält ihr Blut durch die Milzarterie, welche ein Zweig der großen Eingeweidearterie ist, und ihre Venen ergießen sich in die Pfortader. Da ein Ausführungsgang nicht vorhanden ist, so kann das Blut in den äußerst zahlreichen und verwickelten Gefäßen nur insofern verändert werden, als es dem Einfluß belebter Wandungen ausgesetzt ist. Worin aber die Veränderung des Blutes bestehe, ist gänzlich unbekannt, doch ist auf keinen Fall diese Veränderung von Wichtigkeit, da man bei Thieren sehr häufig die Milz ohne Beeinträchtigung der Gesundheit ausgeschnitten hat. Auch die Schilddrüse und Thymusdrüse gehören hierher, nur daß ihre Verrichtungen ebenfalls

unbekannt sind. Die erstere liegt am Halse auf den Knorpeln des Kehlkopfes und bedingt durch krankhafte Anschwellung den Kropf, die letztere liegt dicht hinter dem Brustbein und findet sich nur in Embryonen und in der frühen Kindheit.

Funfzehnter Abschnitt.

Von der Zeugung im Allgemeinen.

§. 430. Alles Lebende besitzt das Vermögen der Zeugung, d. h. die Kraft, zur Entstehung neuer, ihm selbst ähnlicher Organismen Anlaß und Stoff zu geben. So verdankt auch jeder Organismus sein Dasein einem andern, früherhin Erzeugten, bis die Kette in der frühesten Periode der Schöpfungsgeschichte abbricht und mit einem Individuum beginnt, welches von seiner Art das erste war. Denn daß die Kette einen Anfang in der Zeit hat, beweisen die geognostischen Untersuchungen der Erdrinde, welche lehren, daß die verschiedenen Thiere nicht gleichzeitig entstanden. In den tiefsten Erdschichten, welche durch ihre größere Schwere zuerst aus dem Wasser sich niederschlugen, finden wir nur Spuren der unvollkommensten Geschöpfe, während die Ueberreste vollkommnerer Organismen nur an der Oberfläche vorkommen, welche zuletzt gebildet wurde. Alle Thiere, scheint es, waren geschaffen und viele schon wieder untergegangen, als zuletzt der vollkommenste Organismus, der Mensch, ins Leben trat.

§. 431. So ist der Zeitpunkt, wo die Organismen ursprünglich und ohne Vorgang eines Gleichartigen entstanden, noch im Gesichtsfelde der Wissenschaft, und nur die Frage ist empirisch unlösbar, wie ein Entstehen von Organischem ohne Zeugung im gewöhnlichen Sinne möglich sei. Die ungleichartige Zeugung oder generatio aequivoca wirft einiges Licht in das Dunkel dieser Frage. Noch jetzt entstehen neue Thiere, wenn man organische (nach Gruithuisen selbst unorganische) Substanz mit Wasser aufgießt und unter günstigen Umständen eine Zeit lang stehen läßt. Um der Annahme einer ursprünglichen Schöpfung zu entgehen, welche übrigens nicht aufgehoben, sondern nur aufgeschoben werden kann, haben viele Naturforscher die Hypothese vorgezogen, daß auch die

Thierchen in den Aufgüssen aus Eiern entständen. Diese Eier sollten bald in den aufgegossenen organischen Substanzen, bald in dem benutzten Wasser, bald in der Luft ihren Wohnort haben, allein man hat das zu infundirende Fleisch gekocht, das Wasser destillirt, die Luft geglüht, Vorbereitungen, welche Thiereier unfehlbar zerstört haben würden, und die Infusorien sind nichtsdestoweniger zum Vorschein gekommen. Auch die Eingeweidewürmer rechtfertigen die Annahme einer generatio aequivoca. Denn da einerseits diese Würmer außerhalb des thierischen Leibes nicht existiren können, andererseits auch bei den Pflanzenfressern vorkommen, wo sie bestimmt nicht mit der Nahrung verschlungen wurden, so müßten die grasfressenden Thiere die Eier ihrer Infusorien schon im mütterlichen Leibe mit aufgenommen haben. Nun fehlen aber nicht selten Eingeweidewürmer bei Mutter und Tochter und erscheinen erst bei der Enkelin, wo dann die Eier durch mehrere Generationen vererbt werden müßten, ohne zur Entwickelung zu kommen. Ferner, da man durch Aufgüsse aller Orten Infusorien hervorbringen kann, und da die Arten der Infusorien wechseln nach der Art des eingeschlagenen Infusions-Verfahrens, so müßten nicht nur überall Infusorieneier vorhanden sein, sondern auch überall die verschiedensten Arten. So sind die Oviſten, welche die Entwickelung des Lebens an das Dasein von Eiern knüpfen, zu den gewaltsamsten Annahmen genöthigt, bloß um eine Hypothese zu retten, die nicht nöthig ist.

§. 432. Die Urkraft, welche die Organismen ins Dasein rief, wirkt fort, obschon nur noch im verjüngten Maßstabe. Dadurch sind wir im Stande, den Bedingungen, unter welchen die Urschöpfung vor sich geht, zu folgen, es sind: Luft, Wasser, Wärme und Licht, aber das Wesen der Kraft selbst wird uns darum nicht klarer, denn die bedingenden Elemente sind nicht die schaffende Kraft selbst. Die Urkraft aber ist in Gott, auf den der Naturforscher so gut zurückkommt, als der Theolog, auf verschiedenem Wege zwar, aber mit gleicher Nothwendigkeit.

§. 433. Wie wir im Entstehen der Infusorien das Walten einer schöpferischen Urkraft anerkennen, so betrachten wir auch die gewöhnliche Zeugung als einen Schöpfungsakt, zu dessen Durchführung das Zeugende zwar die Fähigkeit des Zeugens, nicht aber das zu Zeugende selbst, als vorgebildelt im Keime, ererbte.

Es gab Physiologen, welche, um das Wunder der Zeugung zu erklären, annahmen, daß bei der ersten Schöpfung die ganze Nachkommenschaft eines Individuums mit einem Male geschaffen worden sei, daß das erste Individum die Keime seiner Kinder, und in diesen eingeschachtelt die Keime aller folgenden Generationen schon fertig in sich getragen habe, und daß es demnach nicht einer Erzeugung, sondern nur einer Erschließung der Eikapseln bedürfe, um dem längst Erschaffenen Luft zu machen. Diese Ansichten stehen in direktem Widerspruch mit der Erfahrung, daß Väter gewisse körperliche Gebrechen, wie zwölf Finger, durch mehrere Generationen auf ihre Nachkommen vererbten, wo man unmöglich annehmen kann, daß die zwölffingerigen Männer gerade Frauen bekamen, die Keime zu zwölffingerigen Menschen enthielten. Ueberhaupt aber verwickelt sich die Evolutionstheorie in Hypothesen, welche mehr Spott als ernste Widerlegung verdienen, und welche den Angriffen der Wissenschaft nur darum entrinnen, weil sie, wie alle Luftgebilde, nicht faßbar sind.

§. 434. Um nichts genügender ist die Annahme Anderer, daß die Lebensmaterie ursprünglich und unzerstörbar sei und daß die zeugende Kraft mehr nicht zu thun habe, als zu metamorphosiren und den allgemeinen Lebensstoff durch Aufdrückung eines Stempels zum besondern zu machen. Denn einestheils ist es der Erfahrung geradezu entgegen, daß die lebende Materie ein quantitativ Begrenztes sei, da sie durch Einäscherung vernichtet und durch Wachsthum der Pflanzen aus unorganischen Stoffen vermehrt werden kann, anderntheils ist nichts gewonnen, wenn man das Räthsel zu erklären übrig läßt, wie die zeugende Kraft aus dem vorhandenen Stoffe nicht minder Menschen als Schimmel bilden könne.

§. 435. Wir nehmen an, daß bei der Zeugung durch die Kraft des Zeugenden das Erzeugte zum Vorschein komme, und der Einfluß der Eltern auf die Kinder ist dieser Annahme besonders günstig. Jedenfalls aber muß zugegeben werden, daß die Hypothese eines von Ewigkeit bestehenden Lebensstoffes, mag er zu Eiern und Infusorien organisirt oder formlos sein, einen Umweg im Erklären macht. Die Schöpferkraft, welche Organismen, ausgerüstet mit präformirten Keimen für alle Zeiten schaf-

fen konnte, mußte auch im Stande sein, zeugungskräftige Organismen zu bilden; was näher liegt.

§. 436. Der generatio aequivoca, oder ungleichartigen Zeugung, steht die gleichartige Zeugung gegenüber, bei welcher Organismen ihres Gleichen hervorbringen. Sie kann entweder ohne den Gegensatz von Geschlechtern zu Stande kommen, wie bei vielen Pflanzen, Infusorien, Würmern und Polypen, oder sie erfolgt nur mittelst dieses Gegensatzes, wie bei allen höher organisirten Thieren. Auf der niedrigsten Stufe der geschlechtslosen Zeugung geschieht die Fortpflanzung durch Zerfällung des Leibes in Stücke, deren jedes dann zu einem, dem Stammorganismus entsprechenden Individuum sich durchbildet. Eine solche Zerfällung findet man bei den Bacillarien und vielen Infusorien durch den Gang der Natur bedingt, bei andern, wie den Polypen, kann sie zufällig eintreten, indem abgetrennte Stücke des Thieres zu vollständigen Geschöpfen heranwachsen. Auf einer höhern Stufe finden wir die Keimbildung, wo ein Organismus Theilchen hervorbringt, die von ihm sich trennen und zu selbstständigem Leben durchdringen, ohne den Organismus, von welchem sie ausgingen, bei der Trennung wesentlich zu betheiligen. Erreichen die Keime, bevor sie sich lösen, eine Bildung, welche mit der des Stammorganismus im Wesentlichen übereinkommt, so nennt man dieß Sprossenbildung, wie sie nicht nur sehr gewöhnlich bei den Pflanzen, sondern unter den Thieren auch bei den Polypen vorkommt. Diese treiben nämlich Arme, welche nur der Abtrennung bedürfen, um sofort selbstständige Thiere zu sein. Haben die Keime eine besondere Hülle, durch welche sie vom Stammorganismus getrennt werden, und bedarf es zu ihrer Entwickelung einer Veränderung der Stelle, an welcher sie ursprünglich entstanden, so heißen sie Eier, welche, bei geschlechtsloser Zeugung, unter den Farrenkräutern, in der Thierwelt vielleicht bei Eingeweidewürmern, Ringelwürmern und Muscheln, schwerlich aber bei Wirbelthieren vorkommen, obschon man von gewissen Fischen (perca marina) zur Zeit nur Individuen mit Eierstöcken gefunden hat.

Die geschlechtliche Zeugung beginnt in niedrigster Form damit, daß beide Geschlechter in einem Individuum vereint sich vorfinden. Dann kann entweder ein einziger Organismus zur Zeugung ausreichen, wie bei den meisten Pflanzen und bei vielen Würmern

der Fall ist, wo die männlichen Organe die weiblichen befruchten, oder es bedarf zweier Individuen, wo wechselseitig die männlichen Theile des einen sich mit den weiblichen des andern begatten, ein Fall, der bei den Schnecken eintritt. Endlich trennen sich die Geschlechter vollständig, wie dies bei den Wirbelthieren namentlich Regel ist, aber auch schon unter den tieferen Thierklassen und selbst Pflanzen vielfältig vorkommt. Das Männchen bereitet den befruchtenden Samen, das Weibchen die der Befruchtung bedürftigen Eier, die Befruchtung aber geschieht entweder schon innerhalb des weiblichen Individuums, und verlangt Begattung, oder außerhalb, wie bei den Fröschen und Fischen, wo die Männchen ihren Samen über die schon ausgeleerten Eier ausspritzen.

Sechzehnter Abschnitt.

Anatomische Beschreibung der Geschlechtstheile.

§. 437. Die weiblichen Genitalien bestehen aus den Eierstöcken, welche die Lagerstätte der Keime sind, aus den Muttertrompeten, welche die Keime oder Eier nach der Stelle ihrer fernern Entwickelung leiten, aus der Gebärmutter, in welcher das Ei sich zum Embryo entwickelt, aus der Scheide, welche das Kind bei der Geburt nach außen leitet, und aus der Scham, welche der Ausgang der Scheide ist.

Die Scham ist eine Oeffnung, welche nach außen von zwei wulstigen Hautfalten (Fig. 40. a. a.), den großen Schamlefzen, umgeben ist. Etwas nach innen liegt ein zweites Paar kleinerer und zarterer Hautfalten, die kleinen Schamlefzen (Fig. 40. b. b.), welche nach oben hin in einem Winkel zusammenstoßen, in welchem Winkel ein kleines, vorspringendes Zäpfchen, der Kitzler (clitoris), gelegen ist. Zwischen den kleinen Schamlefzen oder Nymphen liegt die Oeffnung, welche zur Scheide führt, sie ist im jungfräulichen Zustande durch eine vorspringende, halbmondförmige Hautfalte, Hymen, dermaßen verengert, daß die männliche Ruthe ohne Zerreißung des Häutchens nicht eindringen kann. Die Scheide (Fig. 40. d. d.) ist ein häutiger Kanal, welcher von der Scham aus nach hinten und oben steigt, sich

hinter der Harnblase und vor dem Mastdarme hinzieht, und oben in die Gebärmutter übergeht.

§. 438. Die Gebärmutter oder der Fruchthälter (uterus, Fig. 40. f.) ist ein hohler, dickwandiger, birnenförmiger Körper. Das dünnere Ende desselben, welches Mutterhals genannt wird, ist von dem Ende der Scheide umwachsen, und da er mit einer Oeffnung, Muttermund (Fig. 40. e.), versehen ist, welche in die Höhle der Gebärmutter führt, so setzt sich die Höhle der Scheide in die des Fruchthälters ununterbrochen fort. Von außen ist die Gebärmutter vom Bauchfell überzogen, welches durch seine Duplikaturen zu beiden Seiten ein Paar breite Hautfalten, die breiten Mutterbänder (Fig. 40. l. l.), bildet, die das Hauptbefestigungsmittel des Organs abgeben. — Die Muttertrompeten (Fig. 40. g. g.) sind zwei gekrümmte häutige Röhren, welche zu beiden Seiten im oberen Theile der Gebärmutter ihren Anfang nehmen, von hier aus zwischen den Duplikaturen des Bauchfells, welche breite Mutterbänder genannt werden, nach seitwärts laufen und mit erweitertem Ende offen in die Bauchhöhle ausmünden. Die Ausmündungsstelle wird von Franzen (Fig. 40. h. h.) umgeben und ist nach unten gerichtet, so daß jede einem Eierstocke gerade gegenüber liegt. Die Eierstöcke oder Ovarien (Fig. 40. i. i.) liegen ebenfalls in der Duplikatur der breiten Mutterbänder, nach rechts und links vom Fruchthälter, und mehr nach unten als die Muttertrompeten. Sie ähneln der Gestalt nach den Hoden, sind aber beträchtlich kleiner. In ihrem dichten, faserigen Gewebe finden sich bei Jungfrauen 8 — 20 Bläschen, Graaf's Bläschen (Fig. 45.), welche mit einer durchsichtigen Feuchtigkeit gefüllt sind, in welcher ein noch kleineres Bläschen, das eigentliche Ei, v. Bär's Bläschen (Fig. 44.), enthalten ist. Das Eichen ist also schon vor der Befruchtung vorhanden und alleiniges Erzeugniß des Weibes. Die Graaf'schen Bläschen stehen, je nach dem Grade der Reife, den sie erreicht haben, mehr an der Oberfläche des Eierstocks, und erreichen bei vollständiger Ausbildung einen Durchmesser von 2 — 3 Linien.

§. 439. Die weiblichen Brüste enthalten die Milchdrüsen. Letztere gehören zu den Drüsen, welche zusammengesetzte genannt werden. Die Drüsenläppchen, welche mit ziemlich viel Fett umgeben sind, enthalten hohle Körnchen, an welchen die

Blutgefäße sich netzartig verzweigen, und von welchen die Ausführungsgänge beginnen. Letztere vereinigen sich zuletzt in etwa 15 feinen Kanälen, welche Milchgänge genannt werden und an der Brustwarze mit zarten Oeffnungen ausmünden.

§. 440. Die männlichen Genitalien bestehen aus den Hoden, welche den Samen erzeugen, aus den Samenleitern, deren Funktion schon durch den Namen angedeutet wird, aus der Ruthe, welche als Begattungsorgan dient, und aus der Vorsteherdrüse, deren Bestimmung nicht vollkommen klar ist.

Die Hoden (testes, Tab. V. Fig. 27.) liegen in einer sackförmigen Vorstülpung der Haut, scrotum genannt. Die Höhle dieses Sackes ist durch eine lockere elastische Haut (tunica dartos) ausgekleidet, und durch eine Scheidewand in zwei Hälften gesondert. Der eiförmige Hode ist aus den zarten und feinen Kanälchen (Fig. 27. a.), welche den Samen absondern, knaulartig zusammengewickelt. Die Samengefäße verbinden sich, nachdem sie zahlreiche Windungen durchlaufen, zu einem Netze, aus welchem einzelne Ausführungsgänge (Fig. 27. b.) an dem einen spitzen Ende heraustreten, um durch neue Verwickelung den Nebenhoden (Fig. 27. c. c.) zu bilden. Dieser ist lang, dünn, und mit dem eigentlichen Hoden durch eine Hautfalte seiner ganzen Länge nach verbunden. Die verschiedenen Ausführungsgänge des Samens, welche in den Nebenhoden eintreten, vereinigen sich hier zu einem einzigen Gefäß, welches als Samenleiter aus dem Hoden austritt, senkrecht in die Höhe steigt, und in der Weichengegend durch eine kleine Oeffnung zwischen den Bauchmuskeln, durch den sogenannten Bauchring, in die Leibeshöhle tritt. Bis hierher werden die genannten Theile von mehreren Häuten überzogen, welche den zarten Samengefäßen Halt und Schutz verleihen.

Vom Bauchringe aus steigt der Samenleiter abwärts in das Becken und geht hinter der Harnblase weg, um von unten in die Harnröhre einzutreten. Vorher aber nimmt jeder Samenleiter den Ausführungsgang einer kleinen Blase auf, deren zwei zu den Seiten des Harnblasenhalses liegen. Die Ausführungsgänge dieser sogenannten Samenbläschen (Tab. IV. Fig. 22. sb.) vereinigen sich also mit den Endstücken des Samenleiters ihrer Seite zu einem gemeinschaftlichen Kanale, welcher Ausführungsgang des Samens genannt wird.

Die Harnröhre (Fig. 22. h.) ist ein häutiger Kanal, welcher die Fortsetzung der Harnblase bildet, und von dieser aus durch das männliche Glied nach außen geht. Der Anfang dieser Röhre ist von einer kastanienförmigen Drüse, der Vorsteherdrüse, Prostata (Fig. 22. v.), wie von einem Ringe umgeben. Wie alle eigentlichen Drüsen besteht auch diese aus absondernden Kanälchen, welche an einem Ende blind endigen, an dem andern aber in Ausführungsgängen zusammentreten. Die Mündungen dieser Gänge öffnen sich im Anfange der Harnröhre, in der Mitte zwischen den beiden Oeffnungen der Ausführungsgänge des Samens. Innerhalb der Leibeshöhle ist die Harnröhre nur häutig, sobald sie aber unter der Schambeinfuge weg nach außen tritt, wird sie von einem schwammigen Zellkörper umkleidet. Dieser Körper beginnt an der Schambeinfuge mit einer starken Anschwellung, welche von einem Muskel umgeben ist, der das Vermögen hat, die Harnröhre zu verengern und den Harn oder Samen auszuschnellen (Fig. 22. hs.). Abwärts von dieser Anschwellung wird die Harnröhre dünn und endigt mit einer zweiten Anschwellung, welche Eichel heist. Das männliche Glied oder die Ruthe besteht nun theils aus den obengenannten Theilen, theils aus zwei andern schwammigen Körpern, welche an den Sitzbeinen entspringen, zur Schambeinfuge in die Höhe steigen, hier unter spitzem Winkel zusammentreten, und nun auf dem Rücken des Gliedes bis zur Eichel hinlaufen, so daß sie den verdünnten Theil der Harnröhre in einer Rinne ihrer nach unten gewandten Seite aufnehmen. Die schwammigen Körper der Ruthe (Fig. 22. c.) sind sehr reich an Blutgefäßen, und namentlich finden sich sehr zahlreiche und weite Venen, welche, vielfältig in einander mündend, sich wie ein Netz durch die Zellen der schwammigen Körper hinziehen. Die Arterien aber sollen das Eigenthümliche haben, daß sie Aeste abgeben, die blind endigen, eine Einrichtung, die den Andrang des Blutes bei der Erektion des Gliedes begünstigen dürfte.

Siebzehnter Abschnitt.

Von den Verrichtungen der Geschlechtsorgane.

I. Vorbereitende Verrichtungen.

§. 441. Das erste Zeichen von Lebensthätigkeit, welches wir in den weiblichen Geschlechtsorganen bemerken, ist der in monatlichen Perioden wiederkehrende Blutfluß, die Menstruation oder Reinigung. Diese kündigt sich an durch das Gefühl von Ziehen und Schwere in der Lendengegend, durch allgemeine Müdigkeit, Anschwellen der Geschlechtstheile, Appetitlosigkeit, zu welchen Symptomen bei kränklichen Frauen Fieber, Schmerzen, und bedenkliche Affektionen hinzutreten können. Dann beginnt die Absonderung von Blut im Innern der Gebärmutter und Scheide, sie nimmt bis zum dritten Tage zu, und hört gewöhnlich am fünften wieder auf. Die Menge des abgehenden Blutes ist nach Umständen sehr verschieden, wird aber in der Regel und in unserm Klima gegen 5 Unzen betragen. Gleichzeitig mit der Fähigkeit zu zeugen beginnt die Menstruation im Mädchen und verliert sich im alternden Weibe. Sie setzt aus während der Schwangerschaft und während des Stillens, steht also mit den Geschlechtsfunktionen vielfältig in Beziehung. So beträchtliche und häufige Blutungen, wie die der Menstruation, könnten ohne Nachtheil nicht stattfinden, wenn der weibliche Körper nicht ein Uebermaß von Blut erzeugte, was freilich nöthig war, wenn außer der eigenen Ernährung noch Bildung eines Kindes möglich werden sollte. Indeß darf man hierin nicht den einzigen Grund der Menstruation suchen. Das Blut, welches bei derselben abgeht, ist nicht schlechthin für einen Foetus bestimmt, denn im Anfange der Schwangerschaft braucht dieser weniger, dagegen späterhin weit mehr Blut als durch die unterdrückte Menstruation gewonnen wird. Auch ist das abgehende Blut nicht schlechthin ein Ueberschuß, da selbst in Krankheiten aus Blutmangel die Regeln eintreten. Als zweiter Grund der Menstruation verdient daher die specifische Thätigkeit der Geschlechtsorgane Berücksichtigung, welche durchaus sich äußern will, entweder im Bilden einer Frucht, oder im periodischen Wiederholen einer Geburt im Kleinen. Der Grund des Periodischen ist unbe-

kannt, und man kann nur auf die Neigung des Körpers zu periodischen Thätigkeiten überhaupt verweisen.

§. 442. Bei dem männlichen Geschlechte beginnt ungefähr um das vierzehnte Jahr die Absonderung des Samens. Dieser erweckt den Geschlechtstrieb, indem er die Organe der Fortpflanzung auf eine eigenthümliche Weise reizt, und dieser Reiz veranlaßt die nächtlichen Samenergießungen, welche mit beginnender Mannbarkeit eintreten, und vor der Ehe einen Theil des überflüssigen Zeugungsstoffes entfernen. Vielleicht wird ein anderer Theil des abgesonderten Samens wieder aufgesogen und anderen Organen zugeführt, in welchen dann ein eigenthümliches Leben und vermehrte Kraft zum Vorschein kommt. Bei mehreren Säugethieren wenigstens ist bemerkt worden, daß zur Brunstzeit, wo der Same in größter Menge abgesondert wird, das Muskelfleisch und Blut den Geruch des Samens annehmen, und gleichzeitig entwickelt sich eine beträchtliche Leibesstärke und Wildheit. Werden Knaben oder junge Thiere der Hoden beraubt, so nimmt die Entwickelung des Geistes und Körpers eine ganz andere Richtung. Der männliche Muth wird unterdrückt, die Stimme des Knaben behält ihre Höhe, der Bart wächst sparsam oder gar nicht, und die Glieder bilden sich rundlich durch starke Anhäufung von Fett. Männer, welche kastrirt werden, behalten zwar den Bart, aber die Körperkraft wird geschwächt und der männliche Muth geht verloren. Uebermäßiger Samenverlust schwächt Körper und Geist, besonders wenn er mit der Periode zusammenfällt, wo die Entwickelung des Körpers noch nicht vollendet ist.

Der Same ist eine dicklich schleimige Flüssigkeit von scharfem Geruch und alkalischer Wirksamkeit. Er enthält, nach Vauguelin in 100 Theilen 90 Theile Wasser, 6 Theile Schleim, 3 Theile phosphorsaure Kalkerde und 1 Theil Natrum. Untersucht man den Samen der Menschen und Thiere unter dem Mikroskop, so entdeckt man in ihm kleine Thierchen, welche bei zeugungsfähigen Subjekten und bei gesundem Körper nie zu fehlen scheinen. Die Samenthierchen scheinen daher allerdings in Beziehung zum Zeugungsgeschäft zu stehen, wenn aber Leuwenhök, ihr Entdekker, sie als den Anfang des zu zeugenden Menschen selbst betrachtete, so erlaubte er sich eine Hypothese, welche aller Stütze ent-

behrt, und deren Unhaltbarkeit sich aus dem Folgenden noch ergeben wird.

II. Befruchtung und Empfängniß.

§. 443. Beide Geschlechter haben Antheil am Zeugungsgeschäft und müssen zu dem Ende sich fleischlich vermischen. Die Thiere werden zu gewissen Zeiten des Jahres durch den Instinkt gebieterisch zusammengeführt und verfallen in Brunst, bei dem Menschen ist der Geschlechtstrieb von klimatischen Verhältnissen ungleich weniger abhängig, und gestaltet sich unter dem Einfluß des vernünftigen Geistes zur Liebe.

Im Beischlaf erhitzen sich die Geschlechtstheile und schwellen an, das männliche Glied dringt in die weibliche Scheide und spritzt unter wollüstigen Gefühlen, welche das Weib theilt, den Samen aus, dessen Eindringen in die Geburtsglieder die unerläßliche Bedingung der Befruchtung ist.

Für den Mann schließt das Zeugungsgeschäft mit dem Gefühl der Abspannung, welches auf den Genuß der Liebe zu folgen pflegt; bei dem Weibe gewinnt die Thätigkeit nur eine andere Richtung. Fruchthälter, Muttertrompeten und Eierstöcke zeigen durch vermehrten Andrang von Säften ein erhöhtes Leben. Einige der Graaf'schen Bläschen schwellen beträchtlich an, und eine Muttertrompete umfaßt sie und den ganzen Eierstock mit ihrer offnen Mündung, um den Inhalt des nun platzenden Bläschens aufzunehmen. Nach einiger Zeit, frühstens wohl in 14 Tagen, findet man ein kleines Eichen im Fruchthälter, wohin es durch die Muttertrompete gelangt ist, von den Graaf'schen Bläschen aber findet sich eines geplatzt, und an seiner Stelle entsteht etwas später ein gelber Körper (corpus luteum), der nur langsam wieder verschwindet. *)

§. 444. Einige Physiologen sind der Meinung gewesen, daß das Eichen erst in der Gebärmutter befruchtet werde, weil es nach der Lage der Theile nicht wahrscheinlich sei, daß der Same

---

*) Gewöhnlich findet man bei den Thieren so viel gelbe Flecke in den Ovarien, als Embryonen im Fruchthälter, doch kommen die gelben Flecke auch ohne Befruchtung, wahrscheinlich aber immer nur in Folge von Geschlechtsreizung vor.

bis in die Eierstöcke gelange. Allein schon die Fälle regelwidriger Schwangerschaften, wo der Embryo, statt im Fruchthälter, im Eierstocke oder in der Leibeshöhle sich entwickelte, beweisen, daß die Befruchtung der Eichen in den Ovarien wenigstens möglich ist. Es bleibt nun räthselhaft, wie der Same zu den Eichen gelange, indessen scheint überhaupt eine materielle Vereinigung des Samens und des Eichens zur Befruchtung nicht nöthig. Es sind Fälle vorgekommen, wo Frauen schwanger wurden, bei welchen die Scheide oder der Muttermund vollkommen geschlossen, und ein Eindringen des Samens in den Uterus durchaus unmöglich war. Aus diesem Grunde haben Einige ein flüchtiges Princip im Samen angenommen, Andre vermuthet, daß er durch Auffaugung ins Blut übergehe und auf dem Wege der Ernährung den Eierstöcken zugeführt werde. Wichtiger als diese Hypothesen ist eine Erfahrung Spallanzanis an Kröteneiern. Diese sind in einen Schleim eingeschlossen, welcher das Vermögen besitzt, die befruchtende Kraft des Samens zu leiten. Wenn Spallanzani den Schleim in einen Faden von 1 Zoll Länge auszog, und diesen an dem vom Ei entfernten Ende mit etwas Samen in Berührung brachte, so wurde das Ei befruchtet, nicht aber wenn es in einer, obschon dünnen, Schicht Eiweiß eingeschlossen war. Mechanisches Durchdringen des Samens zum Ei würde in letzterem Falle eben so gut möglich gewesen sein, als im erstern, und so ist man genöthigt, anzunehmen, daß der Schleim jener Eier ein specifisches Vermögen besessen habe, die befruchtende Kraft fort zu leiten. Daher konnte auch Spallanzani eine ganze Reihe von Eiern befruchten, wenn er nur das eine am Ende gelegene mit Samen betupfte.

Die Befruchtung geschieht unzweifelhaft in gewissen Fällen, vielleicht immer, im Eierstock. Wahrscheinlich gelangt aber nicht der Same selbst bis zu diesen Organen, denn kaum im Fruchthälter, viel weniger in den Muttertompeten der Thiere, läßt er sich nach der Befruchtung nachweisen, sondern vom Samen gelangt nur ein unsichtbares Etwas zu den Keimen, vermöge einer Leitung, deren Weg uns ebenfalls noch unbekannt ist.

§. 445. Welches der beiden Geschlechter beim Zeugen die wichtigere Rolle spiele, ist in so weit eine müssige Frage, als das Zusammenwirken beider die unerläßliche Bedingung der Fortpflanzung ist. Unstreitig ist die Rolle, welche das Weib spielt, die län-

gere, aber das Kind verdankt nicht nur seine Existenz, sondern auch seine Individualität dem Vater sowohl als der Mutter. Die Windeier der Vögel, welche ohne vorgängige Begattung gelegt werden, haben zwar ebenfalls einen Keim, allein er kann durch Brütung nicht weiter entwickelt werden. Noch mehr beweisen die von den Vätern auf die Kinder vererbten Eigenschaften des Körpers und Geistes, in welchem Bezuge die Bastarde der Thiere ein besonderes Interesse erregen. Aehnlicher dem Vater sind die Bastarde von Stieglitz und Zeisig, Iltis und Frettchen, Steinbock und Ziege; ähnlicher der Mutter die Jungen von Singschwan und Gans, Ziegenbock und Merino, Pferd und Esel. Bei Vermischung der Ankons und Schafe neigt sich die Aehnlichkeit bald nach der einen, bald nach der andern Seite.

§. 446. Interessant ist die Frage, von welchen Umständen die Bestimmung des Geschlechts abhänge. Bei den Pflanzen haben Temperatur und Nahrungsstoffe verschiedenen Einfluß auf die Entwickelung des Geschlechts, bei den höheren Thierarten und beim Menschen nicht. Daß die verschiedenen Geschlechter durch die Verschiedenheit der Hoden oder Ovarien bestimmt würden, von welchen die Zeugung ausging, ist eine vollständig widerlegte Hypothese. Im Allgemeinen ließe sich wohl vermuthen, daß dem im Zeugungsakte vorherrschenden Geschlechte die Bestimmung des Geschlechts der Kinder angehöre, indeß wird die Präponderanz des Geschlechts auf keinen Fall durch körperliche Kraft und Gesundheit bestimmt. Die Erfahrung, daß Zwillinge so oft verschiedenen Geschlechts sind, scheint auf Zufälligkeit zu deuten, die freilich im Ganzen des Weltenlebens sich in einer höheren Ordnung wieder auflöst. Immer entspricht die Zahl aller auf der Erde geborenen Mädchen der aller Knaben, und verhält sich ungefähr wie 25:26. Das Mißverhältniß der Geschlechter, welches in einem kleinen Menschenkreise periodisch sichtbar wird, gleicht sich im Verlaufe der Zeit wieder aus. Eine solche Ausgleichung geschieht in kleinen Dörfern binnen 15 Jahren, in mittleren Städten binnen 1 Jahre, in einer Stadt von 50,000 Einwohnern binnen 4 Monaten, in einer Stadt von 200,000 Menschen in einer Woche, in einem Staate von 10 Millionen Menschen in einem Tage. *)

*) Diese Angaben beruhen auf sichern statistischen Notizen. Am 16. Aug. 1816 wurden im preußischen Staate 556 Mädchen und 587 Knaben geboren. S. Hufeland, Journ. d. prakt. Heilk. 1820. S. 1.

III. Schwangerschaft.

§. 447. Das befruchtete Eichen wird in den Fruchthälter verpflanzt, um hier gleichsam ausgebrütet zu werden. Schon vor seiner Ankunft bereitet sich der Uterus vor, es zu empfangen, er schwillt an, seine Substanz lockert sich, namentlich an der innern Wandung, auf und sondert hier eine gerinnende Lymphe ab, welche die ganze Höhle der Gebärmutter mit einer Schicht von weicher, faseriger Substanz auskleidet. Diese Substanz, welche die hinfällige Haut (membrana decidua oder caduca) genannt wird, bildet sich vor dem Erscheinen des Eichens im Fruchthälter, daher das Ei, wenn es durch die Oeffnung der Muttertrompete eintritt, in die erwähnte sülzige Substanz zu liegen kommt und von dieser allseitig mit einer Schicht überzogen wird (vergl. Tab. VIII. Fig. 41. u. deren Beschreibung). Hiermit in Uebereinstimmung ist es, daß das Ei von außen mit einer Fortsetzung der hinfälligen Haut überzogen ist, welche Partie, in Bezug auf ihre Entstehung, decidua reflexa (eingebogene) genannt wird. Um dieselbe Zeit schließt sich der Muttermund mittelst einer schleimigen Substanz. Die Gefäße des Uterus vergrößern sich, wie überhaupt das ganze Organ, welches auch, in Folge seiner vermehrten Schwere, allmälig tiefer nach unten sinkt. Im dritten Monat der Schwangerschaft wächst die Gebärmutter dermaßen, daß sie im kleinen Becken nicht mehr Raum hat, sie entweicht, indem sie in die Höhe steigt, und fährt fort zu steigen, bis sie im neunten Monat bis in die Herzgrube hinaufreicht. Um diese Zeit wird das Gewicht der Gebärmutter (das reife Ei wiegt gegen 12 Pfund) so bedeutend, daß sie sich mit Gewalt in das kleine Becken hineindrängt; daher kurz vor der Geburt die Herzgrube zusammenfällt und der Unterleib um so stärker wird.

§. 448. So außerordentliche Veränderungen in den Zeugungsorganen können nicht ohne Folgen für den übrigen Körper bleiben. Die beträchtlich vergrößerte Gebärmutter drückt auf Nerven, Gefäße und Eingeweide, wodurch Einschlafen der Füße, Aderknoten, Verstopfung, Erbrechen und andere Störungen veranlaßt werden. Andere Beschwerden entstehen durch die veränderte Richtung der Lebensthätigkeit überhaupt, welcher im schwangeren Weibe ein doppeltes Centrum gesetzt ist. Die bildende Kraft wird

hauptsächlich auf den Embryo verwendet, daher Knochenbrüche während der Schwangerschaft oft nicht heilen, andererseits aber auch manche Krankheiten verschwinden oder doch stille stehen, gleich als ob ihnen der Nahrungsstoff entzogen würde. Auch in den Verrichtungen des Nervensystems zeigt sich der Einfluß der Schwangerschaft, namentlich bei jungen Frauen, die oft trübe Gedanken und Furcht vor dem Tode nähren. Hin und wieder zeigen sich unerklärliche Gelüste nach ungenießbaren Stoffen. Zuweilen geht der Trübsinn in Melancholie über, und in seltenen Fällen zeigen sich Krämpfe. Die erste Periode der Schwangerschaft und die letzte verursachen die meisten Beschwerden, jene, weil die veränderte Richtung der Lebenskräfte unvorbereitet empfunden wird, diese, weil die mechanischen Störungen überhand nehmen.

Uebrigens sind die Beschwerden der Schwangerschaft bei Frauen, die naturgemäß leben, meistens sehr unbedeutend, und werden durch ein selbst körperlich begründetes Gefühl des Genügens, durch den Stolz auf Gebärkraft und Vorahnung künftiger Mutterfreuden reichlich ersetzt. Bei kränklichen Frauen kann sogar die Schwangerschaft ein Mittel der Genesung werden, wenn, wie bei hysterischen Individuen, die Leiden von Störungen in den Geschlechtsorganen ausgingen. Die in der Schwangerschaft gesteigerte Geschlechtskraft reißt die betheiligten Organe in den Strom ihrer Thätigkeit, das junge Weib gewinnt an Farbe und Fülle, der Appetit nimmt zu, Kopfschmerzen und Krämpfe verschwinden, und selbst der Geist wird heiterer und kräftiger.

§. 449. Wie nun das Kind auf die Mutter wirkt, so auch umgekehrt. Nicht nur von dem körperlichen, sondern auch von dem geistigen Befinden der Mutter hängt das Wohlsein der Frucht ab. Im fünften Monat der Schwangerschaft, wo die Bewegungen des Kindes fühlbar werden, bemerkt die Schwangere in der Unruhe des Kindes die Folgen jeder körperlichen und jeder geistigen Störung, welche sie selbst betroffen. Es scheint sogar, als könne in den Fällen des Versehens die Phantasie der Mutter auf die körperliche Bildung des Kindes Einfluß gewinnen. Sartorius beschreibt einen Fall, wo eine Frau, die während der Schwangerschaft einen Verbrecher hatte rädern sehen, mit einem Kinde niederkam, welches zerbrochene Hand- und Fußgelenke hatte. An beglaubigten Thatsachen dieser Art fehlt es nicht, nur die Verbindung zwischen

Ursache und Wirkung kann zweifelhaft sein. Ganz ungenügend ist die Behauptung, daß ein Versehen gar nicht möglich sei, weil zwischen Mutter und Frucht weder eine Gefäß- noch Nervenverbindung stattfinde. Nichts ist sicherer, als daß die körperliche Bildung des Vaters auf die der Kinder Einfluß hat, und doch bestand zwischen ihnen nie ein derartiger Zusammenhang. Es ist durchaus denkbar, daß die erregte Phantasie der Mutter ihre bildende Kraft modificire, und ihre bildende Kraft modificirt nothwendig die Gestaltung des Kindes. Wenn man einem Vogel Eier aus dem Neste nimmt, so legt er binnen Kurzem eben so viel neue hinzu, die er außerdem nicht gelegt haben würde. Da nun unter den gewöhnlichen Umständen mehrere Wochen nach der Begattung verstreichen, ehe das Weibchen zu legen vermag, so muß man annehmen, daß die Phantasie im vorliegenden Falle dem Entwickelungsprocesse einen ganz andern Gang gebe. Die Möglichkeit des Versehens ist demnach nicht zu widerlegen, nur sollte man glauben, daß Fälle, die im Gange der Natur lägen, weit häufiger vorkommen müßten.

§. 450. Das Ei (Tab. VIII. Fig. 46.), in welchem der Embryo sich entwickelt, besteht aus mehreren Häuten. Die innerste derselben, das Schafhäutchen, Amnion (Fig. 46. c.), ist eine durchsichtige, mit dem Schafwasser gefüllte Blase. Diese Wasserblase, in welcher der Embryo schwimmt, muß die Frucht vor mechanischen Störungen schützen, hat aber schwerlich die Bestimmung, durch ihr Wasser den Embryo zu nähren. In dem Amnion ist der Embryo an dem Nabelstrang aufgehangen, so nämlich, daß die Oberhaut der Frucht sich in den scheidenartigen Ueberzug des Nabelstranges und diese Scheide wieder unmittelbar in das Amnion fortsetzt.

§. 451. Das Amnion wird von einer zweiten Blase umgeben, welche Lederhaut oder Chorion (Fig. 46. a. a.) genannt wird. An der innern Seite dieser Haut verlaufen Blutgefäße, die sich durch die offene Scheide des Nabelstranges hindurch mit dem Embryo in Verbindung setzen. An der äußern Fläche der Lederhaut bilden sich sehr zeitig Zotten (Fig. 46. b. b.), welche in die oben beschriebene hinfällige Haut hineinwachsen. Diese Zotten oder Franzen sind Scheiden, welche die Enden der Blutgefäße enthalten, die durch den Nabelstrang vom Embryo zum Chorion und von diesem zurück zum Fötus gehen. Da nun die Gefäße des

Uterus sich in die hinfällige Haut fortsetzen, so kommen, mittelst der Franzen, die Blutgefäße des Kindes mit denen der Mutter in die innigste Berührung.

§. 452. Im Anfange ist fast die ganze Lederhaut von Franzen bedeckt, welche in die hinfällige Haut hineinwachsen, und nur der kleinste, unterste Theil der Chorionblase bleibt glatt und ohne Verbindung mit der Decidua. Später wächst dieser glatte Theil der Lederhaut weit schneller als der gefranzte, und so scheint letztere sich allmälig auf den obern Theil der Chorionblase zurückzuziehen, obschon er in Wirklichkeit ebenfalls wächst. Dieser Theil, wo Lederhaut und Fruchthälter mittelst der Decidua in Verbindung bleiben, gestaltet sich nach und nach zu einem dicken, scheibenförmigen Körper, dem Mutterkuchen (placenta), von dessen Mittelpunkte nach unten der Nabelstrang herabhängt. Er besteht aus den Resten der übrigens verschwundenen Decidua, aus den sehr vergrößerten Franzen der Lederhaut und vor Allem aus den Blutgefäßen der Mutter und der Frucht, in welchem Bezuge ein mütterlicher und ein kindlicher Theil der Placenta unterschieden wird. Alle Blutgefäße des Mutterkuchens sind überaus dünnhäutig und im mütterlichen Antheile sehr weit. Ganz besonders gilt dies von den Venen, welche viele höhlenartige Erweiterungen darstellen. Im Kindestheile des Mutterkuchens bilden die feinsten Haargefäße zahllose Schlingen, welche sich in die Venenhöhlen der mütterlichen Gefäße hineinstülpen, und demnach von dem Venenblute der Mutter umspült werden (vergl. Tab. VIII. Fig. 42. u. Beschreibung).

§. 453. In dem Raume zwischen Chorion und Amnion liegt ein Bläschen, ungefähr von der Größe einer Wicke, welches anfänglich mit Feuchtigkeit erfüllt ist, später austrocknet und endlich ganz verschwindet. Dies ist das Nabelbläschen (Fig. 46. g.), von welchem ein zarter Kanal durch den Nabelstrang hindurch geht, um in den Darm des Embryo einzumünden.

§. 454. In dem freien Raume zwischen dem kleineren Amnion und dem größeren Chorion findet sich eine gallertartige Flüssigkeit, welche von einem zarten Gewebe durchzogen wird. Bei den Säugethieren ist diese Flüssigkeit in einen besonderen häutigen Sack, die Allantois, eingeschlossen, welche sich mehr oder weniger um das Amnion herumschlägt und mittelst eines Kanals,

welcher durch die Scheide des Nabelstranges hinläuft, in den den obersten Theil der Harnblase einsenkt. Beim Menschen hat man eine Allantois nicht finden können, wohl aber einen Kanal, der von der obern Partie der Harnblase bis zum Nabel offen fortläuft. Dies scheint anzudeuten, daß die Allantoisbildung in einer gewissen Periode auch beim Menschen vorkommt. Der freie Raum zwischen Amnion und Chorion verschwindet übrigens schon im dritten Monat, wo dann beide Häute an einander liegen.

§. 455. Der Nabelstrang (Fig. 42. l. Fig. 47. N.) verbindet den Embryo unmittelbar mit den verschiedenen Theilen des Eies und mittelbar mit dem Fruchthälter. Er erstreckt sich vom Nabel des Kindes bis zum Mittelpunkt des Mutterkuchens, und besteht nach außen aus einem häutigen Ueberzuge, welcher als Fortsetzung des nach innen gestülpten Schafhäutchens betrachtet werden kann, und aus verschiedenen, in dieser Scheide gelegenen Blutgefäßen und anderen Theilen. Diese Theile sind: die beiden Nabelschlagadern (Fig. 47. 5. 6.), welche aus den Arterien des Beckens der Frucht entspringen, nach der Nabelöffnung emporsteigen, durch diese und die Scheide des Nabelstrangs hindurchtreten, um sich endlich im Mutterkuchen zu verzweigen. Die feinsten Verzweigungen dieser Arterien bilden die schon erwähnten Schlingen, welche vom Blute der Mutter umspült werden, kehren als Venenästchen um, und vereinigen sich in einer starken Blutader, der Nabelvene (Fig. 47. 7.), welche sich durch den Nabelstrang zum Embryo begiebt. Vom Nabel aus geht sie zur Leber, wo sie sich mit einem stärkeren Aste in die Pfortader und mit einem schwächeren in die untere Hohlvene einmündet. Durch den Nabelstrang geht endlich noch der zarte Kanal, welcher das Nabelbläschen mit dem Darmkanal verbindet, und mit ihm ein Paar zarte Blutgefäßchen (vasa omphalo-meseraica), die vom Embryo zu diesem Bläschen, und von hier zurücklaufen (vergl. Fig. 47. u. Beschreibung.)

IV. Vom Embryo.

§. 456. Der Ursprung des menschlichen Embryo ist noch nicht beobachtet worden, doch ist wahrscheinlich, daß er sich auf sehr ähnliche Weise bildet, wie der Embryo des Vogels, dessen Entwickelungsgeschichte sorgfältig untersucht ist.

Das Dotter des Vogeleies ist von einer zarten, durchsichtigen Haut, der Dotterhaut, umgeben. Unter dieser und auf dem Dotter schwimmend, findet sich der Keim (cicatrix, gewöhnlich Hahnentritt genannt), als eine kleine, weißliche, in der Mitte linsenförmig verdickte Scheibe. Dieser Theil des Eies ist es, welcher allein wächst und auf Kosten aller andern zum Embryo wird. Bald nach dem Anfange der Bebrütung verbreitet sich die Keimscheibe mehr und mehr über das Dotter; sie löst sich vom Dotter sowohl als von der Dotterhaut, denen sie früher anhing, ab, und in ihrer Mitte entsteht eine birnenförmige, durchsichtige Stelle, der Fruchthof. In der Mitte desselben bemerkt man sehr zeitig ein weißes Streifchen, welches wahrscheinlich die Grundlage der Wirbelsäule ist. Die Keimscheibe theilt sich nun der Dicke nach in zwei häutige Schichten, in eine äußere, seröses Blatt genannt, aus welcher später sich Knochen, Muskeln und Haut herausbilden, und in eine innere, Schleimblatt, aus welcher sich nachmals der Darm entwickelt. Zwischen diesen beiden Schichten zeigt sich wenig später eine dritte, körnige, aus welcher die Blutgefäße hervorgehn. Die bereits ansehnlich vergrößerte Keimscheibe zeigt jetzt deutlich eine konkave Fläche, welche dem Dotter zugekehrt ist, und eine konvexe, welche an die Dotterhaut angrenzt. Auf letzterer, und zwar zu beiden Seiten des erwähnten weißen Streifens, erheben sich ein Paar längliche Wülste, die Rückenplatten, die mit ihren obern Kanten gegen einander neigen und nach und nach verwachsen, so daß ein Kanal entsteht, in welchem später Gehirn und Rückenmark sich bilden. Auf eine entsprechende Weise, nur später, entsteht Brust- und Bauchhöhle. Wie vorher Rückenplatten, so bilden sich nun Bauchplatten, und wie jene auf der konveren Seite der Keimscheibe gegen einander zu wuchsen, so konvergiren diese auf der konkaven Seite, und müssen demnach in das Dotter hineinwachsen. Der Embryo kann jetzt der Gestalt nach einigermaßen mit einem umgeschlagenen Kahne verglichen werden. Seine hohle Seite liegt auf dem Dotter, und seine Ränder setzen sich fort in den Theil des Schleimblattes, welcher sich weiter über das Dotter verbreitet, zuletzt aber es völlig umwächst, und als geschlossener Sack es völlig in sich aufnimmt. In einer spätern Periode wachsen die Ränder der Bauchplatten immer mehr gegen einander, und die Höhle des kahnförmigen Embryos hängt dem-

nach mit der Höhle des Dotters nur noch durch ein Loch zusammen. Die Höhle des Embryo wird nun zur Nahrungshöhle. Das Schleimblatt, welches diese Höhle auskleidet, hat sich längst schon vom serösen Blatte getrennt und verwandelt sich aus einem Säckchen in einen länglichen Kanal, nämlich in den Darm. Auch unter dieser Gestalt hängt die Nahrungshöhle noch mit der Dotterhöhle zusammen, doch zieht sich die Oeffnung, die früher beide verband, in einen Kanal (ductus vitello-intestinalis) aus, durch welchen aus dem Dottersacke Dotter in den Darm, als Nahrungsstoff des Embryo, übergeführt wird. Durch diesen Kanal zieht der Darm nicht nur das Dotter selbst, sondern auch den Theil des Schleimblattes, welcher es sackförmig umschließt, allmälig in sich hinein und vergrößert sich auf seine Kosten.

Weniger bekannt als die Veränderung des serösen und Schleim-Blattes sind die Metamorphosen des Gefäßblattes. Ungefähr um dieselbe Zeit, wo am Kopfende des Embryo die Bauchplatten sich nach innen rollen, entstehen in der Gefäßschicht kleine Inseln von Körnchen und zwischen diesen Rinnen, in denen eine Strömung bemerklich wird, welche der Anfang der Blutbewegung zu sein scheint. Nach mehreren genauen Beobachtern entsteht das Herz später, als diese ersten Bewegungen. Das Herz stellt anfangs einen einfachen Schlauch dar, welcher mit mehreren, wie es scheint, blindgeendigten Gefäßen in Verbindung steht. Der Schlag des Herzens ist anfangs ein undulirender, und das noch farblose Blut bewegt sich in ihm theils vorwärts, theils rückwärts. Nur nach und nach scheint das in Bewegung gesetzte Blut sich Bahnen durch die Masse des Embryo zu graben. Ein anderer wichtiger Theil des Gefäßsystems bildet sich an der konvexen Seite der Keimscheibe. In einiger Entfernung vom Fruchthofe und kreisförmig um ihn bildet sich ein Gefäß, die Grenzvene, welche, wie der Name andeutet, die Grenze einer gefäßreichen Stelle abgiebt, die ebenfalls kreisförmig um den Fruchthof gelagert ist. Diese Stelle heißt Gefäßhof. In ihm bemerkt man am frühsten rothe Aederchen, welche in die Grenzvene eintreten. Mit dieser kreisförmigen Vene setzt sich das Herz alsbald in Verbindung, es schickt ihm Blut auf der einen Seite und empfängt von ihm Blut auf der andern. Dieser Kreislauf am Dotter ist anfangs das einzige Mittel zum Stoffwechsel im Blut, aber nachmals bildet

sich zu gleichem Zwecke ein anderes Organ. Aus dem Ende des Darms wächst eine Blase hervor, welche durch den noch immer offnen Nabel neben dem ductus vitello-intestinalis nach außen tritt und zwischen dem Dotter und der Eischale sich ausbreitet. Diese Blase ist die Allantois. An ihr verbreiten sich die Nabelschlagadern und die Nabelvene, welche durch die poröse Eischale hindurch den Sauerstoff der Luft an sich ziehen.

§. 457. Höchst wahrscheinlich gehen die hier beschriebenen Bildungsprocesse auf eine ganz ähnliche Weise beim Menschen vor sich. Das Eichen im Graaf'schen Bläschen (§. 438.) scheint dem Dotter der Vögel zu entsprechen, auf welchem durch eine Art Abschnürung der Embryo entsteht. Darauf deutet das Nabelbläschen, welches ganz so wie der Dottersack des unreifen Hühnchens mit dem Darm durch einen Kanal in Verbindung steht. Entspricht das Nabelbläschen dem Dottersack im bebrüteten Ei, so dient auch wahrscheinlich sein Inhalt zur Ernährung des Embryo, wenigstens bei seinem ersten Auftreten, wo das Eichen mit dem Fruchthälter noch gar nicht in Verbindung steht und wo er auf anderem Wege nicht wohl Nahrungsmittel erhalten kann. In einer spätern Zeit fällt dem Fruchtkuchen die Ernährung des Embryo anheim. Zwar gehen, wie wir gesehen haben, die Blutgefäße der Mutter nicht unmittelbar in die des Kindes über, wohl aber legen sich die dünnhäutigen Gefäße der Mutter und des Kindes so an einander, daß durch die Gefäßwandungen hindurch ein Uebergang von Stoffen möglich wird (vergl. Endosmose, §. 52.). Da nun, wie andern Orts gezeigt worden ist, das Blut ohne Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft nicht bestehen kann, und da gleichwohl ein Athmen von Seiten des Fötus nicht möglich ist, so muß man annehmen, daß die Placenta im Fruchtleben die Funktion der Lunge übernimmt und daß Sauerstoff aus dem Blute der Mutter in das des Kindes gleichsam durchschwitzt. Hiermit aber ist die Bestimmung des Mutterkuchens keineswegs erschöpft. Aehnlich den Darmzotten senken sich die Gefäßschlingen des Kindes in einen Saft, der Nahrungsstoffe enthält, nämlich in das Venenblut der mütterlichen Placenta, und nur von hier aus kann die Frucht die Stoffe gewinnen, die sie zu ihrem so raschen Wachsthum offenbar in Menge bedarf.

§. 458. In der frühsten Periode, wo das Ei des Menschen

mit einiger Zuverlässigkeit bekannt ist, gegen Ende des ersten Monats nämlich, ist der Embryo nur 1 Par. Linie lang und von der Form einer Made. Eine kleine Einschnürung unterscheidet den Kopf vom Rumpfe, Hals, Arme und Füße fehlen noch. — Im zweiten Mondmonate schnürt sich der Kopf noch mehr vom Rumpfe ab, ein Paar dunkle Flecke deuten die künftigen Augen an und es entstehen die Oeffnungen für Mund, Nase und Ohren. Man bemerkt Herz, Lunge und Leber in ihrer ersten Anlage, aber die Geschlechtstheile fehlen noch. Arme und Beine wachsen in der Gestalt kleiner Wärzchen aus dem Rumpfe heraus. Die Frucht ist jetzt $\frac{1}{2}$ Zoll lang. — Im dritten Mondmonate bilden sich Finger und Zehen, die aber noch verwachsen sind, ferner bilden sich Augenlider und die Rudimente der Geschlechtstheile, an denen sich jedoch der männliche oder weibliche Charakter noch nicht unterscheiden läßt. Der Kanal des Nabelbläschens und dessen Gefäße verschwinden. Im Skelet, welches bisher nur durch weiche Theile angedeutet war, beginnen hin und wieder Verknöcherungen, auch werden Muskeln sichtbar. — Im vierten Monate erreicht die Frucht eine Größe von 4 bis 6 Zoll, ihre Unförmlichkeit verliert sich in etwas, Finger und Zehen sind gesondert, die Geschlechtstheile unterscheiden sich. Im fünften Monat fängt das Kind an sich zu bewegen, im sechsten gewinnt es eine Größe von 8—11 Zoll, athmet, wenn es geboren wird, kann aber nicht fortleben. Zu Ende des siebenten Monats steigen die Hoden der männlichen Früchte, die bis dahin in der Bauchhöhle lagen, durch den offenen Bauchring in den Hodensack. Nur sehr selten werden Kinder, die um diese Zeit geboren werden, am Leben erhalten. Im achten und neunten Monat geborene Früchte sind zwar lebensfähig, aber die völlige Reife der Frucht tritt doch erst im zehnten Mondmonate ein, so daß im regelmäßigen Falle die Geburt in die vierzigste Woche fällt. Um diese Zeit ist das reife Kind 18—21 Par. Zoll lang, 6—8 Pfund schwer und zeigt eine glatte, nicht allzu rothe Haut und harte Nägel.

§. 459. Jedes Organ des Körpers entwickelt sich aus einem durchsichtigen, körnigen, anfangs formlosen Stoffe, nicht sprungweise, sondern allmälig zu dem vollkommenen Baue, den es im ausgebildeten Körper zeigt. So mußte denn jedes Organ im Verlaufe des Fruchtlebens eine Menge von Bildungsstufen durch-

laufen, von welchen jede spätere die vorhergehende an Vollkommenheit übertrifft. Insofern nun in der lebenden Natur jede mögliche Organisation auch in der Wirklichkeit ihren Repräsentanten findet, so daß das vollkommenste und unvollkommenste Organ gleicher Art durch zahllose Mittelglieder verbunden werden, so müssen allerdings die Organe der menschlichen Frucht auf jeder Bildungsstufe, die sie flüchtig durchwandern, eine Anordnung wiederholen, die bei irgend einem niedern Organismus, als der Gipfel seiner Entwickelung, sich bleibend vorfindet. Nur in diesem Sinne kann man sagen, daß der Embryo in seinem Entwickelungsgange alle Bildungen der Pflanzen und Thierwelt wiederhole. Aber immer verbinden sich die Organe, welche für sich allein betrachtet an gewisse niedere Thierformen erinnern, auf eine ganz eigenthümliche Weise, welche dem Menschen als Geschöpf eigner Art zukommt. Zu keiner Zeit also und auf keiner Bildungsstufe darf der menschliche Embryo als ein Thier anderer Art betrachtet werden.

§. 460. Es versteht sich von selbst, daß der Embryo bei so eigenthümlichen Verhältnissen der Organisation auch ein ganz eigenthümliches Leben zeige, welches in den verschiedenen organischen Systemen selbst wieder auf die Zustände niederer Organismen hinweist. Lange Zeit beschränkt sich das Fruchtleben auf Vegetation. Im Anfange ist selbst diese nur unvollkommen, indem das Ei, gleich dem Pflanzensamen, nur durch nahrungshaltige Flüssigkeiten, die seine Schale durchdringen, ernährt wird. Später wurzeln die Nabelgefäße in der mütterlichen Placenta und die Ernährung wird durch den Kreislauf vermittelt. Magen und Darmkanal sind unbeschäftigt und bleiben daher lange Zeit sehr eng. Die Lungen, deren Bläschen noch nie Luft aufgenommen haben, sind klein, derb und nehmen nur so viel Blut auf, als sie zu ihrem Wachsthum bedürfen. Alles Blut dagegen, welches im Erwachsenen durch die Lungen cirkulirt, um hier mit Luft in Berührung zu kommen, vermeidet diesen unnützen Umweg und geht unmittelbar in den großen Kreislauf über. Die Scheidewand der Vorhöfe ist nämlich mit einer Oeffnung, dem eirunden Loche, versehen und die Lungenschlagader ist mit der Aorta durch einen Kanal, den Gang des Botalli (Fig. 47. 3.), verbunden. Das Venenblut fließt nun zum Theil aus dem rechten Vorhof in den linken, zum Theil aus der Wurzel der Lungenschlagader

durch Botalli's Kanal in die Aorta. Was diese anlangt, so giebt sie zwar, wie beim Erwachsenen, Zweige an alle Theile des Körpers, aber die Hauptmasse des Blutes führt sie doch durch die Nabelarterien (Fig. 47. 5. 6.) zum Mutterkuchen. Von hier kehrt das Blut durch die Nabelvene zurück, muß aber, bevor es der linken Vorkammer übergeben wird, zum größern Theil durch die Leber kreisen. Die Leber ist ansehnlich (Fig. 47. 1.), nicht als Hülfsorgan der Verdauung, welche noch fehlt, sondern als stellvertretendes Organ der Lunge, insoweit dieser Entkohlung des Bluts zukommt. Daher ist der Darm des Embryo von einer zähen, dunkeln Galle, dem Kindspech, erfüllt, welches nach der Geburt abgeht. Das Seelenleben mag dem der niedrigsten Thiere sehr ähnlich sein. Wahrscheinlich erwacht es mit einem dumpfen Allgemeingefühl, und der Instinkt, den das Neugeborene beim Saugen kund giebt, findet in den Bewegungen der Frucht unstreitig sein Vorspiel. Zu Sinnesempfindungen ist noch nicht Gelegenheit, daher denn alle höhere Vermögen des Geistes, die nur von dieser Seite aus erweckt werden können, im Fruchtleben noch schlummern.

V. Geburt.

§. 461. Die Geburt fällt gewöhnlich in die Periode, wo die Menstruation eintreten sollte, häufig 280 Tage nach dem ersten Ausbleiben derselben. Indeß kann die Geburt auch eher erfolgen und heißt Fehlgeburt, wenn sie vor dem Ende des achten Mondmonats erfolgt, wo in der Regel das Kind nicht fortleben kann, Frühgeburt aber, wenn sie in der Zeit erfolgt, wo die Frucht auch außerhalb der Mutter sich fortbilden kann. Die Fälle, wo das Kind erst im elften Monat geboren wird, sind seltener als Frühgeburten.

§. 462. Die Bedingungen, welche die Geburt veranlassen, liegen theils im Kinde, theils im Fruchthälter, und durch eine prästabilirte Harmonie sind beide in der Art verknüpft, daß sie gleichzeitig ins Leben treten. Der Fötus veranlaßt die Geburt durch seine Reife. Denn da organische Körper nur das ihnen Angehörige behalten, alles Fremdartige aber, wie die Absonderungsprocesse lehren, ausscheiden, so muß auch die reife Frucht, welche nicht mehr als Theil der Mutter betrachtet werden kann,

entfernt werden. Das reife Kind wird zum Reizmittel für die Gebärmutter und bestimmt diese zu Zusammenziehungen, welche die Ausscheidung ihres Inhalts bezwecken, aber auch ohne diesen Reiz, z. B. wenn der Embryo sich regelwidrig in den Muttertrompeten oder den Ovarien gebildet hat, beginnt dennoch der Fruchthälter die Geburtsarbeit zur gesetzten Zeit, woraus man sieht, daß er den Grund dieser Thätigkeit schon in sich selbst trägt. Das Kind trägt durch seine Bewegungen bei, die Geburt zu beschleunigen, indem es den Fruchthälter dadurch reizt; in gewissen Fällen zeigen aber die Kindesbewegungen unverkennbar den Charakter des Instinktes, indem die Frucht bisweilen selbstständig sich wendet und eine der Geburt günstigere Lage in der Gebärmutter annimmt.

§. 463. Die Geburt kündigt sich mehrere Tage voraus durch starkes Herabsinken des Bauches, durch Ausfluß von Schleim aus der Scheide und kurz vor der Niederkunft durch Gefühl von Unruhe und ein Drängen nach dem Schoße zu. Dann beginnen allmälig die Geburtsschmerzen oder Wehen, welche sich von der Lendengegend nach der Scham herabziehen. Diese Schmerzen treten periodisch ein, anfangs in langen, später in immer kürzern Zwischenräumen, dabei ist der Leib angespannt und der Athem verhalten.

Die Wehen werden durch Zusammenziehungen der Gebärmutter veranlaßt. Zuerst zieht sich der Grund der Gebärmutter zusammen, dann fortschreitend die übrigen Theile nach der Scheide zuwärts, so daß das Ei in den Muttermund gedrängt wird. Dieser hat sich schon bei der Einleitung der Geburt in etwas erweitert und wird nun durch das eindringende Ei immer stärker ausgedehnt. Auch Scheide und Schamöffnung erweitern sich beträchtlich, indem ihr Gewebe sich auflockert, wobei immer reichlicher Schleim abfließt, der nun bereits sich mit etwas Blut vermischt hat. Es trennt sich nämlich die Gebärmutter durch ihre heftigen Kontraktionen vom Mutterkuchen, wobei die Blutgefäße desselben zerreißen. Auch die Eihäute werden endlich durch die Gewalt des Drucks zerrissen, ihr flüssiger Inhalt fließt ab und nun pflegt eine kurze Pause in den Wehen einzutreten, welche der Gebärenden einige Erholung bringt. Dann aber beginnt die Geburtsarbeit von Neuem mit doppelter Kraft, die Gebärende ist genöthigt, bei den Wehen auf das heftigste mitzupressen und so

wird der Kopf des Kindes durch den Gebärmuttermund gewaltsam hindurch gepreßt.

§. 464. Die Gewalt, welche das Kind ausstößt, ist überaus groß; denn in Fällen, wo die Geburtswege zu eng sind, werden sie nicht selten zerrissen. Solche Geburtskräfte waren nothwendig, da die Wege, durch welche das Kind austritt, immer sehr eng sind und sein mußten, weil das menschliche Weib, bei seinem aufrechten Gange dem Verlieren der Früchte mehr ausgesetzt war, als das Thier. Die Gewalt, welche die Frucht bei ihrem Durchgang erleidet, würde sie gar nicht auszuhalten im Stande sein, wenn nicht das Skelet noch biegsam und die Knochen des Schädels verschiebbar wären. Der Druck, den sie erfährt, ist so heftig, daß der Pulsschlag während der Wehen aufhört, und daß die Form des Gehirns, bei der Nachgiebigkeit der Kopfknochen, verändert wird. Wir wissen, daß hierin die Bedingungen des Scheintodes liegen, der an Neugeborenen so häufig bemerkt wird. Er ist die Fortsetzung eines Zustandes, der während der Geburt Zweck der Natur scheint; denn Scheintod ist ein Zurückfallen in das Keimleben, wo schädliche Potenzen noch nicht empfunden und eben darum länger ertragen werden.

§. 465. Ist der Kopf des Kindes in der Scheide angelangt, so liegt es mit dem Gesicht nach dem Kreuzbein zu, denn in dieser Lage entspricht der längere Durchmesser des Kopfes, von vorn nach hinten, dem größten Durchmesser des kleinen Beckens, von der Schambeinfuge nach dem Kreuzbein. Es tritt nun zuerst der Hinterkopf in die Schamöffnung, und wenn der ganze Kopf geboren wird, so ist das Gesicht nach hinten gerichtet. Da aber die Brust des Kindes mit ihrem größeren Durchmesser, von einer Schulter zur andern, ebenfalls den größten Durchmesser des kleinen Beckens einzunehmen genöthigt ist, so erfährt der Kopf eine Drehung, und das Kind wird mit einer bohrenden Bewegung nach außen gedreht. Ist einmal der Kopf geboren, so folgt der übrige Körper leicht und schnell, und dann tritt eine Pause ein, bis endlich, mit einer mäßigen Wehe, auch die losgelösten Eitheile, als Nachgeburt, entfernt werden. Die Dauer der Geburt ist überaus verschieden, und hängt von dem glücklichen Baue des Beckens, von der Kraft der Konstitution, von der Größe des Kindes und manchen Nebenumständen ab. Frauen, die dem Naturzustande näher stehen, ge-

bären leichter. Ein Paar Stunden ist eine kurze, ein Paar Tage eine sehr lange Geburtsdauer, und 6 — 8 Stunden kann als mittleres Verhältniß gelten. Im häufigsten Falle endigt die Geburt glücklich für Mutter und Kind. Die Zahl der Gebärenden, welche sterben, verhält sich zur Zahl derer, welche die Geburt überleben, in Berlin wie 1 : 152, in Königsberg wie 1 : 168, in Wittenberg wie 1 : 175. Die Zahl der todtgebornen Kinder verhielt sich zu den lebendigen, in Berlin und Königsberg wie 1:19, in Straßburg wie 1 : 11, in Stockholm wie 1 : 36.

§. 466. Nach der Geburt strebt der mütterliche Organismus, Alles von sich zu entfernen, was seinem jetzigen Zustande nicht mehr angemessen ist. Die Gebärmutter zieht vor Allem sich wieder zusammen und bedingt dadurch die Nachwehen. Der Wochenfluß (Lochien) und ein reichlicher Schweiß entfernt den Ueberfluß von Säften, der früher zur Ernährung der Frucht verbraucht wurde, und die Thätigkeit, die früher dem Fruchthälter zukam, geht nun auf die Brüste über. Schon in der Schwangerschaft sind diese angeschwollen, und haben kurz vor der Geburt eine wässerige Lymphe ausgeschieden, 48 Stunden nach der Niederkunft aber pflegt die Milchabsonderung in vollem Gange zu sein.

§. 467. Die Milch enthält Käsestoff, Butter, eine eigenthümliche Flüssigkeit, die Molken, Milchzucker, Milchsäure, verschiedene Salze und etwas Eisen. Sie bildet eine Emulsion (der Mandelmilch vergleichbar), indem Butter und Käsestoff sich zu äußerst kleinen Kügelchen verbinden, welche in der Milch schwimmen und ihr die weiße Farbe verleihen. Der Käsestoff ist also in diesen Kügelchen im koagulirten Zustande vorhanden, außerdem findet sich aber derselbe auch aufgelöst im Milchserum oder den Molken. Die Butter hat in der Milch der Frauen eine mehr ölige Beschaffenheit, und läßt sich durch Schütteln nicht in Klümpchen vereinigen. Der Milchzucker zeichnet sich vor dem gewöhnlichen Zucker dadurch aus, daß er der Weingährung unfähig ist. Die Milchsäure findet sich zum Theil in verschiedenen Salzen, zum Theil frei, daher die Milch in geringem Grade sauer reagirt. Unter den Salzen finden sich Kali, Natron, Kalkerde, Talkerde, verbunden mit Milchsäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Die Milch kann außerdem noch zufällige Bestandtheile enthalten, verschiedene Nahrungsstoffe und Arzneisubstanzen, welche aus den ersten Wegen

in das Blut übergehen, und aus diesem in den Milchdrüsen abgeschieden werden. Hieraus ergiebt sich von selbst, daß die Nahrung, welche die Mutter genießt, auf den Säugling von Einfluß sein kann. Immer ist die Milch ein außerordentlich zusammengesetzter Stoff; sie enthält im Käsestoff, welcher dem Eiweiß ähnlich, in der Butter und im Milchzucker drei sehr wichtige und zugleich verschiedenartige Nahrungsstoffe, aus welchem Grunde sie geeignet ist, auch ganz allein dem Nahrungsbedürfniß des Körpers auf lange Zeit zu genügen (§. 258.).

Anfänglich ist die Milch spärlich und dünn, später wird sie reichlicher und nahrhafter, verschwindet aber gewöhnlich nach 9 — 12 Monaten, wenn der Säugling andere Nahrung verlangt, gänzlich. Es besteht also zwischen der Beschaffenheit der Milch und den Bedürfnissen des Kindes ein harmonisches Verhältniß, welches indeß durch zufällige Eingriffe gestört werden kann, wie denn namentlich starke Gemüthsbewegungen und neue Schwangerschaft auf die Milchabsonderung den nachtheiligsten Einfluß ausüben.

§. 468. Das Neugeborne hängt mit der Nachgeburt noch durch den Nabelstrang zusammen, welchen die Säugethiere aus Instinkt durchbeißen, während er beim Menschen durch Kunst getrennt werden muß. Der Instinkt lehrt das Kind zu athmen und zu saugen, wie seine veränderten Lebensverhältnisse nothwendig machen. Mit dem Athmen verändert sich auch der Kreislauf. Die von Luft aufgeblasenen Lungen gestatten den Durchgang des Blutes, der sogenannte kleine Kreislauf kommt in Gang, während das eirunde Loch und der Botallische Gang allmälig verwachsen. Noch früher verwachsen vom Nabel aus die Nabelgefäße, als von nun an überflüssige Kanäle.

Beschreibung der anatomischen Abbildungen.

Erste Tafel.

Figur 1. Abbildung eines männlichen Skelets.

1. Das Stirnbein.
2. Das Scheitelbein.
3. Das Schlafbein.
4. Das Joch- oder Wangenbein.
5. Das Oberkieferbein.
6. Die Nasenbeine.
7. Der Unterkiefer.
8. Der siebente Halswirbel.
9. Der erste Rückenwirbel.
10. Der zwölfte u. letzte Rückenwirbel.
11. Der erste Lendenwirbel.
12. Das Kreuzbein.
13. Das Brustbein.
14. Die erste Rippe.
15. Die zwölfte, unterste Rippe.
16. Das Darmbein.
17. Verwachsung der Schambeine.
18. Das Sitzbein.
19. Das Schulterblatt.
20. Das Schlüsselbein.
21. Der Oberarmknochen.
22. Der Ellenbogenknochen.
23. Der Speichenknochen.
24. Die Handwurzel.
25. Der Mittelhandknochen des Daumens.
25'. Der Mittelhandknochen des kleinen Fingers.
26. Der Oberschenkelknochen.
27. Die Kniescheibe.
28. Das Schienbein.
29. Das Wadenbein.
30. Das Sprungbein.
31. Das Fersenbein.
32. Mittelfußknochen der großen Zehe.

Figur 2. Ein Rückenwirbel von oben betrachtet.

1. Körperstück.
2. Oeffnung des Ringstückes.
3. Querfortsatz.
4. Obere, schiefe Gelenkfortsätze.
5. Dornfortsatz.
6. Untere, schiefe Gelenkfortsätze.

Figur 3. Oberes Gelenkende des Oberschenkelknochens.

1. Gelenkkopf.
2. Oberschenkelknorren (trochanter).

Die kugelförmige Gestalt des Gelenkkopfes, welcher in die kugelförmige Gelenkvertiefung des Beckens eingepaßt ist, erläutert die freie Bewegung des Schenkelgelenkes (arthrodia, §. 77.)

Figur 4. Oberes Gelenkende des Ellenbogenknochens.

a. Halbmondförmiger Ausschnitt der Gelenkfläche.

Zur Erläuterung des Gewerbgelenkes oder Gewindes §. 77.

Figur 5. Unterkiefer in der Zeit des Zahnwechsels.

Die äußere Knochenwand des Kiefers ist entfernt, um die Zahnbildung im Innern anschaulich zu machen.

b. Milch-Backzähne.
e. Milch-Eckzahn.
s. Schneidezähne.
1. Nervenast, welcher Zweige zu den Zahnwurzeln und Zahnsäckchen giebt.
2. Schlagader, welche dieselben Theile mit Blut versorgt.
3. Zahnsäckchen, in welchem die bleibenden Zähne gebildet werden.

Figur 6. Unterschenkel, Fuß und Wadenmuskel.

1. Oberschenkelknochen.
2. Schienbein.
3. Wadenbein.
4. Sprungbein.
5. Fersenbein.
6. Schiffbein.
7. Erstes Keilbein.
8. Mittelfußknochen der großen Zehe.
9. Kniescheibe.
10. Schleimbeutel.
11. Kapselmembran.
12. Seitenband.

13. Sehne des geraden Schenkelmuskels.
14. Wadenmuskel.
15. Achillessehne.
15′. Sehne zur Befestigung des Wadenmuskels am Oberschenkel.

Man berücksichtige die Verschiedenheit der Winkel, unter welchen die Sehnen sich ansetzen, bei 15. unter rechtem Winkel, bei 15′. unter schiefem Winkel, §. 233.

Figur 7. Ein Stückchen Muskel 300mal im Durchmesser vergrößert.

1. Muskelfasern, mit unbewaffnetem Auge erkennbar.
2. Elementarfasern, nach meinen Messungen $\frac{1}{100}$ Zoll dick.

Zweite Tafel.

Figur 8. Das Gehirn, $\frac{2}{3}$ der natürlichen Größe, von der Basis betrachtet.

1. Geruchsnerven.
2. Gesichtsnerven.
3. Das dritte Nervenpaar.
4. Das vierte Nervenpaar.
5. Das fünfte Nervenpaar.
6. Das sechste Nervenpaar.
7. Der Gesichtsnerv.
8. Der Hörnerv.
9. Der Zungenschlundnerv.
10. Der herumschweifende Nerv.
11. Der Beinerv des Willis.
12. Der Zungenfleischnerv.

a. Das verlängerte Mark.
b. Die Brücke oder der Hirnknoten.
c. Die Hirnschenkel.
d. Die Markkügelchen.
e. Der Trichter, von welchem der Hirnanhang abgerissen.
f. Vorderer Hirnlappen.
g. Mittler Hirnlappen.
h. Hinterer Hirnlappen.
i. Das kleine Gehirn.

Figur 9. Innere Hirnorgane.

Zum Verständniß der Abbildung bemerke man Folgendes: Durch einen Querschnitt ist die ganze obere Hälfte des Gehirns bis zur Tiefe der Sehhügel und Vierhügel entfernt worden; das kleine Gehirn ist mittelst Durchschneidung der Schenkel, welche es mit dem verlängerten Mark verbinden, hinweggenommen, und endlich sind die hintern Lappen des großen Gehirns durch einen senkrechten Schnitt entfernt worden. Man sieht also die Vierhügel und Sehhügel von oben.

a. Horizontale Schnittfläche durch den mittleren Hirnlappen.
b. Senkrechte Schnittfläche, welche den hintern Hirnlappen hinweggenommen hat.

1. Verlängertes Mark.
2. Vierte Hirnhöhle (vergl. Fig. 14. 4.).
3. 3. Die Schenkel des verlängerten Marks zum kleinen Gehirn, quer durchgeschnitten.
4. Die Klappe des kleinen Gehirns.
5. Die Vierhügel (vergl. Fig. 14. 7.).
6. Glandula pinealis (Fig. 14. 8.).
7. 7. Die Sehhügel (Fig. 14. 9.).
8. Die dritte Hirnhöhle.
9. Die gestreiften Körper.
10. Die Hirnschwiele (Fig. 14. 10.) in der Gegend der vordern, knieförmigen Umbeugung.
11. Die durchsichtige Scheidewand (Fig. 14. 11.).
12. Die vordern Schenkel des Gewölbes.

Figur 10. Nervenfasern, aus dem Achselnerven entnommen und 300 mal im Durchmesser vergrößert.

Figur 11. Ein Querdurchschnitt des Rückenmarks.

Man sieht die graue Masse nach innen liegen.

1. Die hintere Längenspalte.
2. Die vordere Längenspalte.
3. Eine hintere Wurzel eines Rückenmarknerven, welche am Ende ein Ganglion bildet.
4. Eine vordere Wurzel eines Rückenmarknerven, welche sich äußerlich an das Ganglion anlegt und mit der hintern Wurzel verbindet.
5. Das Ganglion der hintern Wurzel.

Figur 12. Senkrechter Durchschnitt des Auges.

1. Weiße Augenhaut.
2. Gefäßhaut.
3. Nervenhaut, Netzhaut, Retina.
4. Hornhaut.

5. 5. Die Iris, in ihrer Mitte von der Pupille durchbrochen.
6. Kryſtallinſe.
7. 7. Ciliarkörper.

Figur 13. Naſenhöhle und Augen im Querdurchſchnitt.

1. Der hohle Körper des Keilbeins.
2. Senkrechte Naſenſcheidewand.
3. 3. Zellen des Siebbeins.
4. Sehnerv.
5. Der äußere gerade Augenmuskel.
6. Der innere gerade Augenmuskel.

Dritte Tafel.

Figur 14. Senkrechter Durchſchnitt des Kopfes.

H. H. Hinterhauptsbein.
Sch. Scheitelbein.
St. Stirnbein.
N. Naſenbein.
S. Siebbein.
K. Keilbein.
G. Gaumenplatte des Oberkiefers und Gaumenbeines.
G'. Gaumenzäpfchen.
U. Unterkiefer.
Zu. Zunge.
Z. Zungenbein.
Sp. Speiſeröhre.
L. Luftröhre.
R. Rückenmark.
1. Kleines Gehirn.
2. Lebensbaum des kleinen Gehirns.
3. Schenkel des kleinen Gehirns zu den Vierhügeln.
4. Vierte Hirnhöhle.
5. Hirnknoten, Varolsbrücke.
6. Waſſerleitung des Sylvius.
7. Vierhügel.
8. Glandula pinealis.
9. Sehhügel.
10. Hirnſchwielen, große Hirnkommiſſur.
11. Durchſichtige Scheidewand.
12. Vordere Querkommiſſur.
13. Trichter.
14. 14. Vordere Hirnlappen.
14'. Mittlerer Hirnlappen.
15. Hinterer Hirnlappen.
16. Durchſchnitt der Kreuzungsſtelle des Sehnerven.
17. Baumförmige Verbreitung des Geruchsnerven auf die ſenkrechte Scheidewand.
18. Kehldeckel.
19. Schildknorpel.
20. 20. Ringknorpel.
21. Eingang in die Taſche, welche zwiſchen den beiden Stimmbändern liegt (vergl. Fig. 34. d.).
22. 22. Durchſchnitt des erſten Halswirbels.
23. Durchſchnitt des Dornfortſatzes des zweiten Halswirbels.
24. Durchſchnitt des Zahnfortſatzes deſſelben.

Figur 15. Gehörorgane der linken Seite.

1. Der obere halbzirkelförmige Kanal.
2. Der hintere halbzirkelförmige Kanal.
3. Der horizontale halbzirkelförmige Kanal.
4. Die Schnecke.

Alle dieſe Theile ſind aus der Knochenmaſſe des Felſenbeins herausgearbeitet.

5. Das Trommelfell.
6. Steigbügel.
7. Ambos.
8. Hammer.
9. Knorpeliger Gehörgang.
10. Muſchel des äußern Ohrs.

Figur 16. Das Labyrinth vergrößert.

1. Der hintere halbzirkelförmige Kanal.
2. Der horizontale halbzirkelförmige Kanal.
3. Der obere halbzirkelförmige Kanal.
4. 4. 4. Der Vorhof des Labyrinthes, aufgebrochen.
5. Das häutige Säckchen im Innern des Labyrinthes, zuſammenhängend mit den häutigen halbzirkelförmigen Kanälen.
6. Die Schnecke.
7. Erſte Windung der Schneckentreppe.
8. Zweite Windung der Schneckentreppe.
9. Dritte Windung.
10. Hörnerv.
11. Aſt des Hörnerven zum Vorhof.
12. Aſt des Hörnerven zur Schnecke.
13. Eine Borſte, welche in der letzten Schneckenwindung unter der Spindel hinweggezogen iſt.

Figur 17. Senkrechter Durchschnitt der Nasenhöhle.

Man sieht nach Hinwegnahme der senkrechten Scheidewand die Muscheln.

1. Obere Nasenmuschel.
2. Mittlere Nasenmuschel.
3. Untere Nasenmuschel.
4. Riechnerv.
5. Netzförmige Verbreitung des Riechnerven auf den Muscheln.
6. Zweige des fünften Nervenpaares.
7. Gaumenast des fünften Paares.
8. Stamm des fünften Paares.
9. Ganglion des fünften Paares.
10. Augenast des fünften Paares.
11. Oberkieferast des fünften Paares.
12. Unterkieferast des fünften Paares.

Figur 18. Der Ambos.

* Stelle, an welcher der Steigbügel befestigt ist.

Figur 19. Der Hammer.

Figur 20. Der Steigbügel.

Vierte Tafel.

Figur 21. Die Brust- und Bauchhöhle, offen gelegt.

Die Leber ist gegen die Lunge zurückgeschlagen, und daher von ihrer untern Seite dargestellt.

h. Herz.
v. Vorhof des Herzens.
lu. Lunge.
r. Luftröhre.
s. Schilddrüse.
ma. Magen.
m. Milz.
z. Zwerchfell.
l. Leber.
g'. Gallenblase.
g. Gallengang.
zw. Zwölffingerdarm.
d. Dünndarm.
d'. Dickdarm.
n. Netz.
1. Aortenbogen.
1'. Aorta der Bauchhöhle.
2. Lungenschlagader.
3. Obere Hohlvene.
4. 4. 4. Pfortader.
5. 5. Schlüsselbeinschlagadern.
6. 6. Kopfschlagadern oder Karotiden.
7. Eingeweideschlagader.
8. Große Kranzarterie des Magens.

Figur 22. Senkrechter Durchschnitt der Beckenhöhle eines Mannes.

l. l. l. Lendenwirbel.
k. k. k. Kreuzbeinwirbel.
s. Schwanzbein.
m. Mastdarm.
hb. Harnblase.
hl. Harnleiter.
sa. Samenleiter.
sb. Samenbläschen.
v. Vorsteherdrüse.
h. Harnröhre.
hs. Harnschneller.
m'. Schließmuskel des Afters.
ho. Hode.
nh. Nebenhode.
r. Rückenmarkskanal.
s'. Durchschnitt des horizontalen Astes des Schambeines.
s''. Durchschnitt des absteigenden Astes des Schambeines.
1. Bauchmuskeln.
2. Ein sehniges Band, durch welches die Harnblase mit dem Nabel verbunden ist, und welches beim Embryo einen hohlen Gang bildet.
3. 3. 3. Bauchfell, welches sich über einen Theil der Eingeweide des Beckens hinzieht.
4. Schlagader im Samenstrang.
5. Vene im Samenstrang.
6. Scheidenhaut des Samenstranges und Hodens.

Fünfte Tafel.

Figur 23. Saugadern und Lymphdrüsen an einem Theile der Därme und Gekröse.

a. Aorta.
d. d. d. Dünndarm.
s. s. s. Saugadern.
l. l. l. Lymphdrüsen des Gekröses.
l'. l'. Lymphdrüsen, welche an den Rippen anliegen.
m. m. Milchbrustgang.

Figur 24. Eine Lymphdrüse vergrößert.

Die Drüse ist so präparirt, daß man sieht, wie die eintretende Saugader sich in zahlreiche Zweige spaltet, welche sich knaulartig verwickeln, und zuletzt wieder in einem austretenden Gefäße vereinigen.

Figur 25. Die Niere der Länge nach durchgeschnitten und auf der Schnittfläche betrachtet.

a. a. a. Die Pyramiden, einige scheinen länger, andere kürzer; letztere deshalb, weil der Schnitt sie nicht in ihrer ganzen Länge getheilt hat.
b. Eine Nierenwarze, welche in den Nierenkelch hineinragt.
c. c. Nierenkelche, oder sackförmige Vorsprünge des Nierenbeckens, welche mit ihren blinden Enden die Nierenwarzen überziehen.
d. Nierenbecken.
e. Harnleiter.

Figur 26. Tubuli Belliniani.

Die harnabsondernden Gefäße, wie sie in den Pyramiden gefunden werden, sind hier vergrößert dargestellt.

a. Nierenwarze, von den Mündungen der Ausführungsgänge durchlöchert.
b. c. Stellen, wo zwei absondernde Gefäße sich zu einem gemeinschaftlichen Kanale vereinigen.

Figur 27. Der Hode.

Die Häute des Hoden sind so weggpräparirt, daß man die samenabsondernden Gefäße erkennen kann.

a. Absondernde Gefäße in der Substanz des Hoden.
b. Vereinigung der vorigen in einige wenige Ausführungsgänge.
c. c. Verwickelung der Ausführungsgänge, welche den Nebenhoden bilden.
d. Vereinigung der Ausführungsgänge im Samenleiter.
e. Samenleiter.

Sechste Tafel.

Figur 28. Das Herz, von innen.

Das Herz ist durch einen Längenschnitt in eine vordere und hintere Hälfte gespalten, von welchen die vordere hier dargestellt wird.

a. Rechter Vorhof.
b. Obere Hohlvene. Die untere Hohlvene ist an der weggenommenen hintern Herzhälfte befindlich.
c. Scheidewand der Vorhöfe.
d. Scheidewand, welche den rechten Vorhof von der rechten Herzkammer trennt.
e. Venöse Oeffnung, Eingang aus dem rechten Vorhof in den rechten Ventrikel.
f. f. f. Die drei Klappen (valvulae tricuspidales.).
g. g. Sehnige Faden, welche die Klappen mit Muskelbündeln der rechten Kammer verbinden.
g'. g'. Eben solche Sehnen in der linken Kammer.
h. h. Muskelwand der rechten Herzkammer.
i. Scheidewand der beiden Ventrikel oder Herzkammern.
k. k. Muskelbündel, welche die Klappen halten.
l. Eingang in die Lungenschlagader.
m. Lungenschlagader.
n. Eine Lungenvene.
n'. Zweite Lungenvene, halbdurchgeschnitten. Die dritte und vierte Lungenvene sind ganz weggeschnitten.
o. Linker Vorhof.
p. p. p. Klappen des linken Ventrikels. Um diese Klappen besser zu zeigen, ist die Scheidewand zwischen Vorhof und Kammer ganz durchgeschnitten. Man hat sich vorzustellen, daß die Partie bei ** mit der Stelle bei * in Verbindung gestanden.
q. Aorta.
r. r. Muskelwand des linken Ventrikels.

Figur 29. Vene, von innen.

a. Eine vollständige Venenklappe.
b. b. Zwei durch den Schnitt getrennte Stücke einer zweiten Klappe.

Figur 30. Schema des Kreislaufs.

Die Richtung der Pfeile deutet den Blutstrom an.

a. Linke Vorkammer.
b. Linker Ventrikel.
c. Aorta.
d. Schlagadern zum Kopf und den Armen.
d'. Schlagadern für Rumpf und Beine.
e. e'. Haargefäßnetze der genannten Arterien.
f. Obere Hohlader.
f'. Untere Hohlader.
g. Linke Vorkammer.
h. Linker Ventrikel.

i. Lungenschlagader.
k. Haargefäßnetz der Lungen.
l. Lungenvene.

Figur 31. Das Gefäßsystem.

a. Die Ohrspeicheldrüse.
b. Die Schilddrüse.
c. Luftröhre.
d. Speiseröhre.
e. e. Zwerchfell.
f. f. Die Nieren.
g. Harnleiter der rechten Seite.
h. Harnblase.
1. Aorta.
2. Arteria innominata.
3. 3. Die Unterschlüsselbeinarterien.
4. 4. Die Kopfschlagadern, Karotiden.
5. Obere Kehlkopfschlagader.
6. Aeußere Kopfschlagader.
7. Gesichtsarterie.
8. Innere Kopfschlagader.
9. Schlafarterie.
10. Hinterhauptsarterie.
11. Untere Kehlkopfschlagader.
12. Querlaufende Halsschlagader.
13. Innere Brustschlagader, abgeschnitten.
14. Achselarterie.
15. Armschlagader.
16. Theilung der vorigen in Speichenarterie und Ellenbogenarterie.
17. Speichenarterie.
18. Ellenbogenarterie.
19. Bogenförmige Anastomose der beiden vorigen.
20. Absteigende Aorta.
21. Rippenschlagadern.
22. Eingeweideschlagader.
23. Obere Gekrösarterie.
24. Nierenarterie.
25. Samenarterie.
26. Untere Gekrösarterie.
27. Gemeinschaftliche Hüftarterie.
28. Kreuzbeinarterie.
29. Beckenarterie.
30. Umgebogene Lendenarterie.
31. Schenkelarterie.
32. Obere Hohlvene.
33. Unterschlüsselbeinvene.
34. Innere Drosselvene.
34'. Aeußere Drosselvene.
35. Achselvene.
36. Vena basilica.
37. Vena cephalica.
38. Medianvene.
39. Ursprung der vena cephalica.
40. Ursprung der vena basilica.
41. Untere Hohlvene.
42. 43. Lebervenen.
44. Zwerchfellvene.
45. Lebervene.
46. Nierenvene.
47. Samenvene.
48. Gemeinschaftliche Hüftvene.
49. Beckenvene.
50. Schenkelvene.

Siebente Tafel.

Figur 32. Die Knorpel des Kehlkopfes von der hintern Seite.

1. Körper des Zungenbeins.
2. 2. Große Hörner des Zungenbeins.
3. 3. Kleine Hörner des Zungenbeins.
4. Der Kehldeckel.
5. 5. Schildknorpel, von der innern Seite.
6. 6. Die großen Hörner des Schildknorpels.
7. 7. Sehnige Bänder, welche den Schildknorpel mit dem Zungenbein verbinden.
8. 8. Weizenförmige Knorpel im Innern dieser Bänder.
9. 9. Kleine Hörner des Schildknorpels.
10. Der Ringknorpel.
11. 11. Gießkannenförmige Knorpel.
12. Anfang der nach hinten häutigen Luftröhre.

Figur 33. Die Knorpel des Kehlkopfs von vorn betrachtet.

1—4. Wie in der vorigen Figur.
5. Ein sehniges Band, welches den Kehldeckel mit dem Schildknorpel verbindet.
6. Schildknorpel.
7. Große Hörner des Schildknorpels.
8. Kleine Hörner des Schildknorpels.
9. Vorderer, schmaler Theil des Ringknorpels.
10. Hinterer, breiter Theil des Ringknorpels.
11. Halbmondförmiger Knorpel der Luftröhre.

Figur 34. Der Kehlkopf mit seinen Weichtheilen halbirt.

Mittelst eines Längenschnittes ist die hintere Hälfte des Kehlkopfes hin-

weggenommen, das Präparat hat die Stellung von Figur 32, und man sieht demnach das Stimmorgan von innen.

a. a. Stimmritze.
b. b. Untere Stimmbänder.
c. c. Obere Stimmbänder.
d. d. Die Taschen des Morgagni.
e. Kehldeckel.
f. f. Durchschnitt des Schildknorpels.
g. g. Durchschnitt des Ringknorpels.
h. Luftröhre.

Figur 35. Die Stimmritze, von oben betrachtet.

a, b, c, e. Wie in voriger Figur.
d. Eingang zu den Taschen des Morgagni.

Figur 36. Verbindung des Milchbrustgangs mit dem Venensystem.

1. 1. Innere Drosselvene.
1'. Aeußere Drosselvene.
2. 2. Unterschlüsselbeinvene.
3. 3. Gemeinschaftliche Drosselvene.
4. Obere Hohlvene.
5. 5. Milchbrustgang.
6. Einmündung des vorigen im Venensystem.
7. 7. Lymphgefäße, welche einen kleinen Milchbrustgang für die rechte Körperhälfte bilden.
8. Einmündung desselben im Venensystem.

Figur 37. Haargefäßnetz.

Aus der Gefäßhaut des Auges eines Erwachsenen bei 25maliger Vergrößerung.

Figur 38. Endigung der Luftröhrenäste oder Bronchien.

Achtmalige Vergrößerung des Durchmessers.

a. Eine Bronchie.
b, b, b. Eine Verzweigung der Bronchien.
c, c, c. Blinde Enden dieser Zweige oder Lungenbläschen.

Figur 39. Ein Durchschnitt der Kopfhaut des Menschen, vergrößert.

a. Durchschnitt der Lederhaut.
b. Durchschnitt der Hornhaut.
c. Schweißdrüsen.
d. d. Mündungen der Ausführungsgänge der Schweißdrüsen.
e. Talgdrüsen.
f. f. Blinde Enden der Haarscheiden.
g. g. Haare.

Achte Tafel.

Figur 40. Die weiblichen Geschlechtstheile.

a. Die großen Schamlefzen.
b. Die kleinen Schamlefzen.
c. c. Die Harnröhre, durch den Längenschnitt, welcher in die Scheide gemacht ist, in zwei Hälften getheilt.
d, d, d, d. Die Scheide, aufgeschnitten.
e. Muttermund.
f. Gebärmutter, Uterus.
g. g. Die Muttertrompeten.
h. Mündungen der Muttertrompeten, mit Franzen umgeben.
i. i. Eierstöcke.
k. k. Die runden Mutterbänder.
l. l. Falten der breiten Mutterbänder.

Figur 41. Durchschnitt der Gebärmutter.

Die Figur ist fingirt, um den Zustand des Uterus zu erläutern, welcher beim Eintreten des Eichens stattfindet.

a, a, a. Uterus.
b. Höhle des Uterus.
d. d. Eingänge für die Muttertrompeten.
e, e, e. Ausgeschwitzte Lymphe, welche die innere Wand des Uterus überzieht und durch Gerinnung die hinfällige Haut bildet.
f. Das Eichen.
g. Eine Schicht der gerinnbaren Lymphe, welche das Eichen vor sich herschiebt und welche nachmals die tunica reflexa des Eies darstellt.

Figur 42. Durchschnitt der Gebärmutter.

Diese Figur ist fingirt, um den Zustand der Gebärmutter im zweiten Monate der Schwangerschaft anschaulich zu machen.

a, b, d, e, g. Wie in voriger Figur, doch ist e nun zur hinfälligen Haut geworden, g zur tunica reflexa.

h. Die Lederhaut, Chorion.
i. Der Mutterkuchen, in welchem man Blutgefäße sowohl der Gebärmutter, als der Frucht sich verzweigen sieht.
k. Schafhäutchen, Amnion.
l. Nabelstrang.
m. Embryo.

Figur 43. Das Graaf'sche Bläschen im Eierstock vergrößert.

a. a. Substanz des Eierstocks.
b. b. Ueberzug des Bauchfells.
Man sieht das Graaf'sche Bläschen von einem durchsichtigen Rande umgeben und in ihm das Eichen.

Figur 44. Das Eichen, Bär's Bläschen.

a. Eine durchsichtige Haut (Chorion).
b. Das Dotter.
c. Das Keimbläschen.
d. Die Keimscheibe.

Figur 45. Das Graaf'sche Bläschen. Aus dem Eierstock herauspräparirt.

a. Das durchschimmernde Eichen.

Figur 46. Das Ei geöffnet im zweiten Monat.

a, a, a. Chorion von der innern Seite.
b, b, b. Das Chorion von außen, mit den Zotten versehen, welche in den Mutterkuchen hineinwachsen.
c. Die durchsichtige Blase des Amnion.
d. Embryo durch das Amnion hindurchschimmernd.
e. Blutgefäße, welche vom Kinde durch den Nabelstrang und das Chorion zum Mutterkuchen, und auf demselben Wege zurück verlaufen.
f. Gefäße zum Nabelbläschen.
g. Nabelbläschen, zwischen Chorion und Amnion liegend.

Figur 47. Die Frucht mit dem Mutterkuchen in Verbindung.

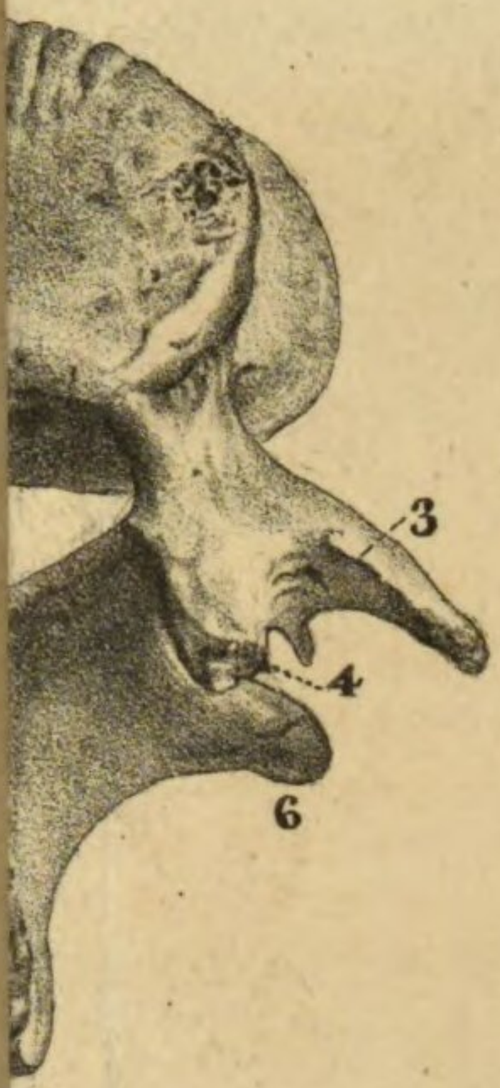
g. Gallenblase.
h. Herz.
l. l. Leber.
n. n. Nieren.
N. Nabelstrang.
1. Aortenbogen.
2. Lungenschlagader, abgeschnitten.
3. Gang des Botalli.
4. Absteigende Aorta.
5. 6. Die beiden Nabelarterien.
7. Die Nabelvene.
8. Die Pfortader.
9. Die Lebervene.
10. 10. Die untere Hohlvene.
11. Das Amnion.
12. Der Mutterkuchen vom Chorion überzogen.
13. Der Theil des Mutterkuchens, welcher vom Uterus losgerissen ist.

Bayerische Staatsbibliothek München

Druck von Breitkopf u. Härtel in Leipzig.

Bayerische Staatsbibliothek München

Fig. 7



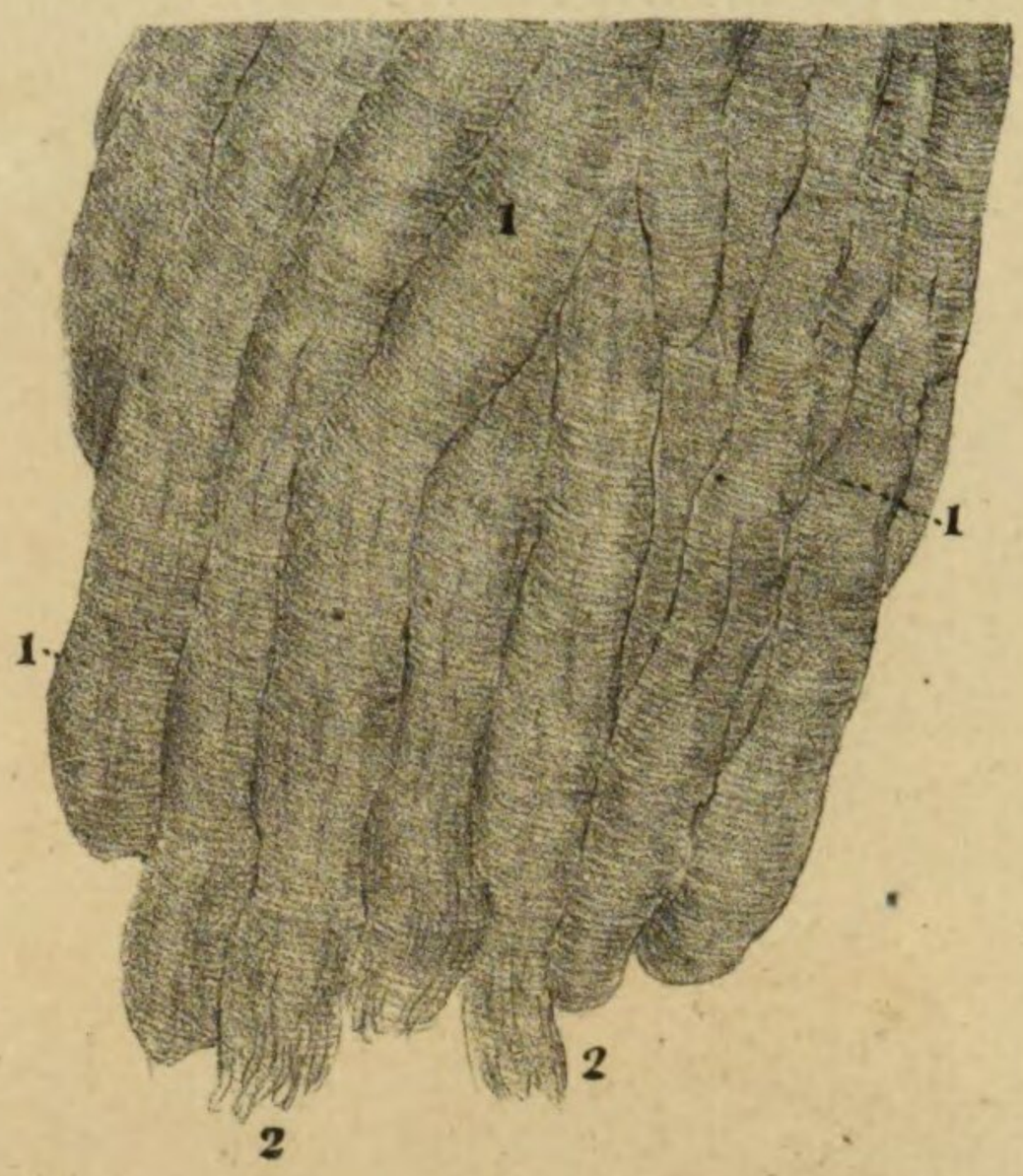


Fig. 3.

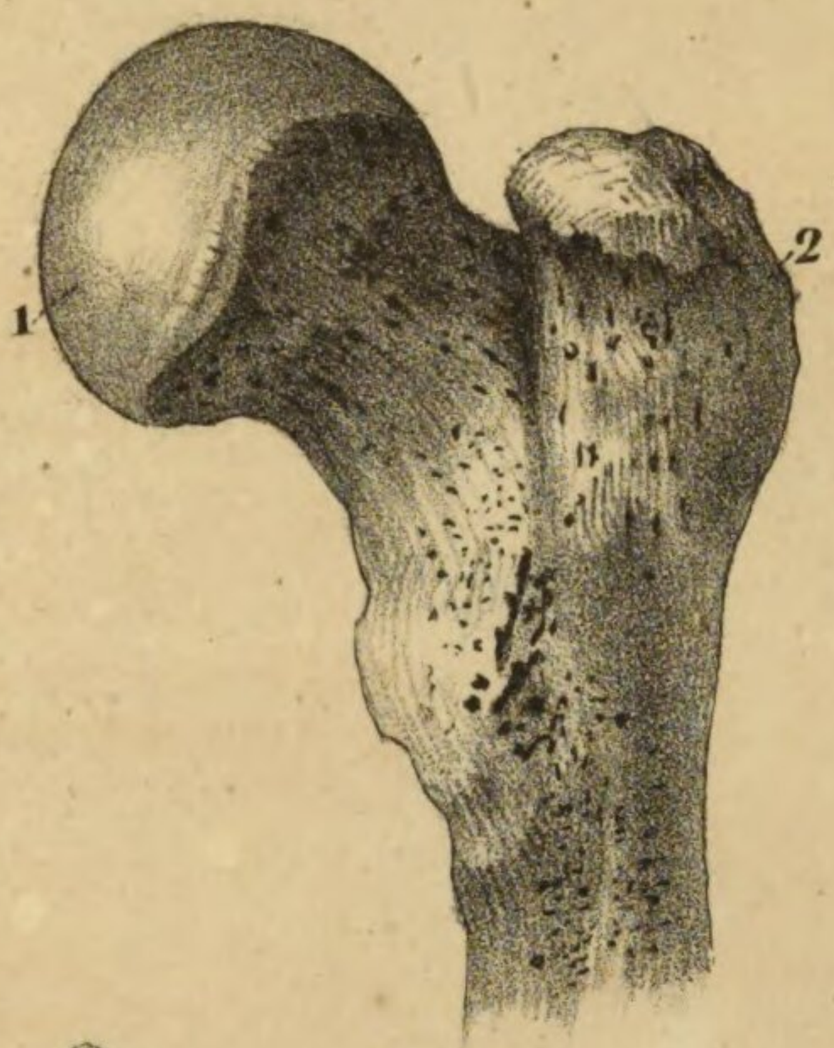
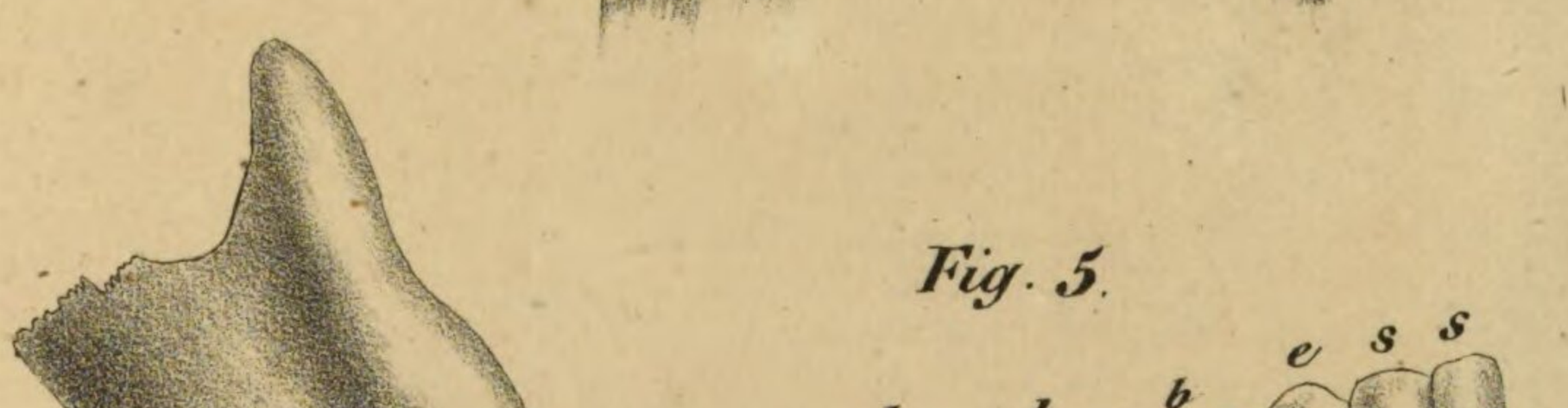


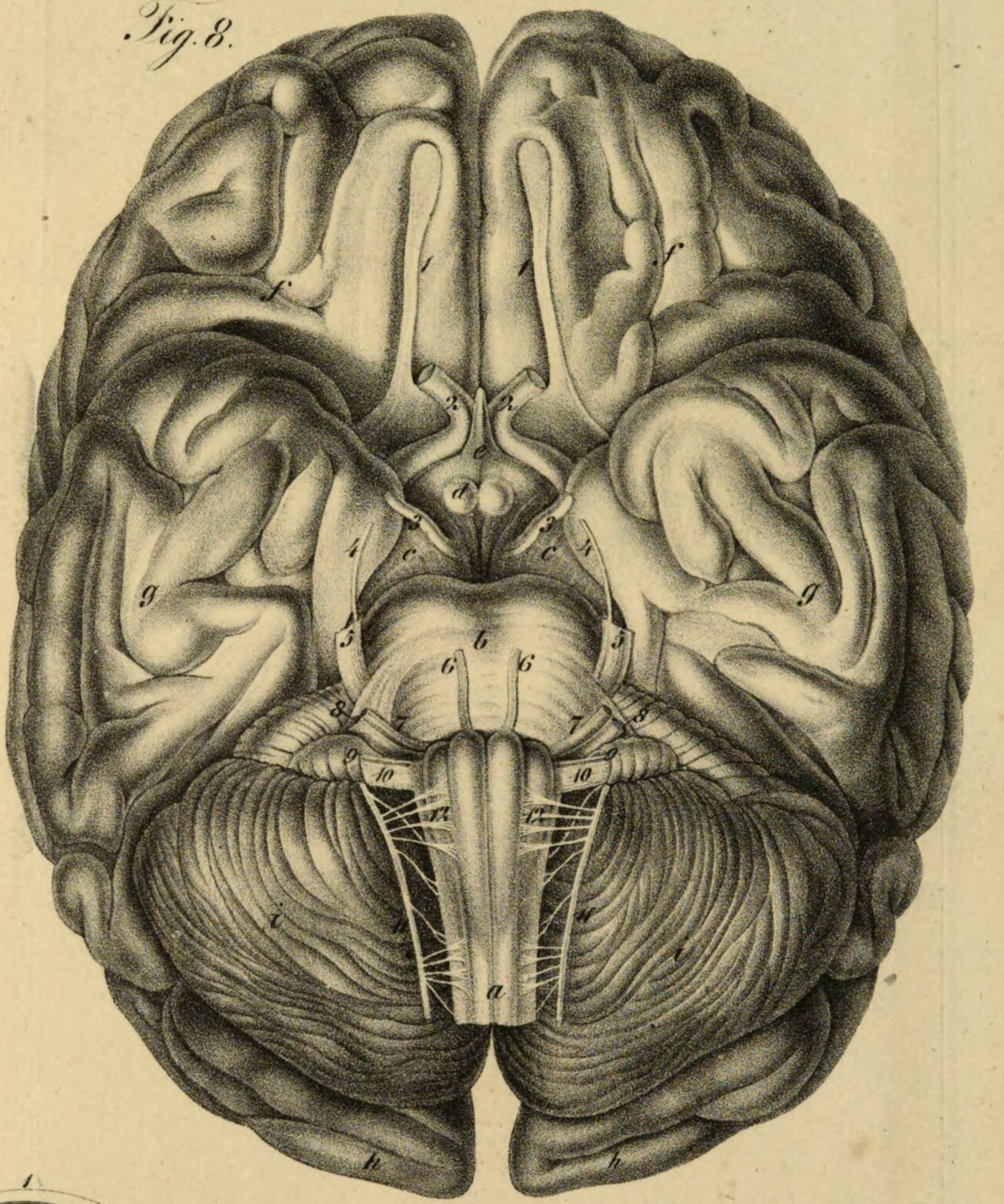
Fig. 4.

Fig. 5.



Stdr. v. Fr. Krätzschmer in Leipzig.

Fig. 8.

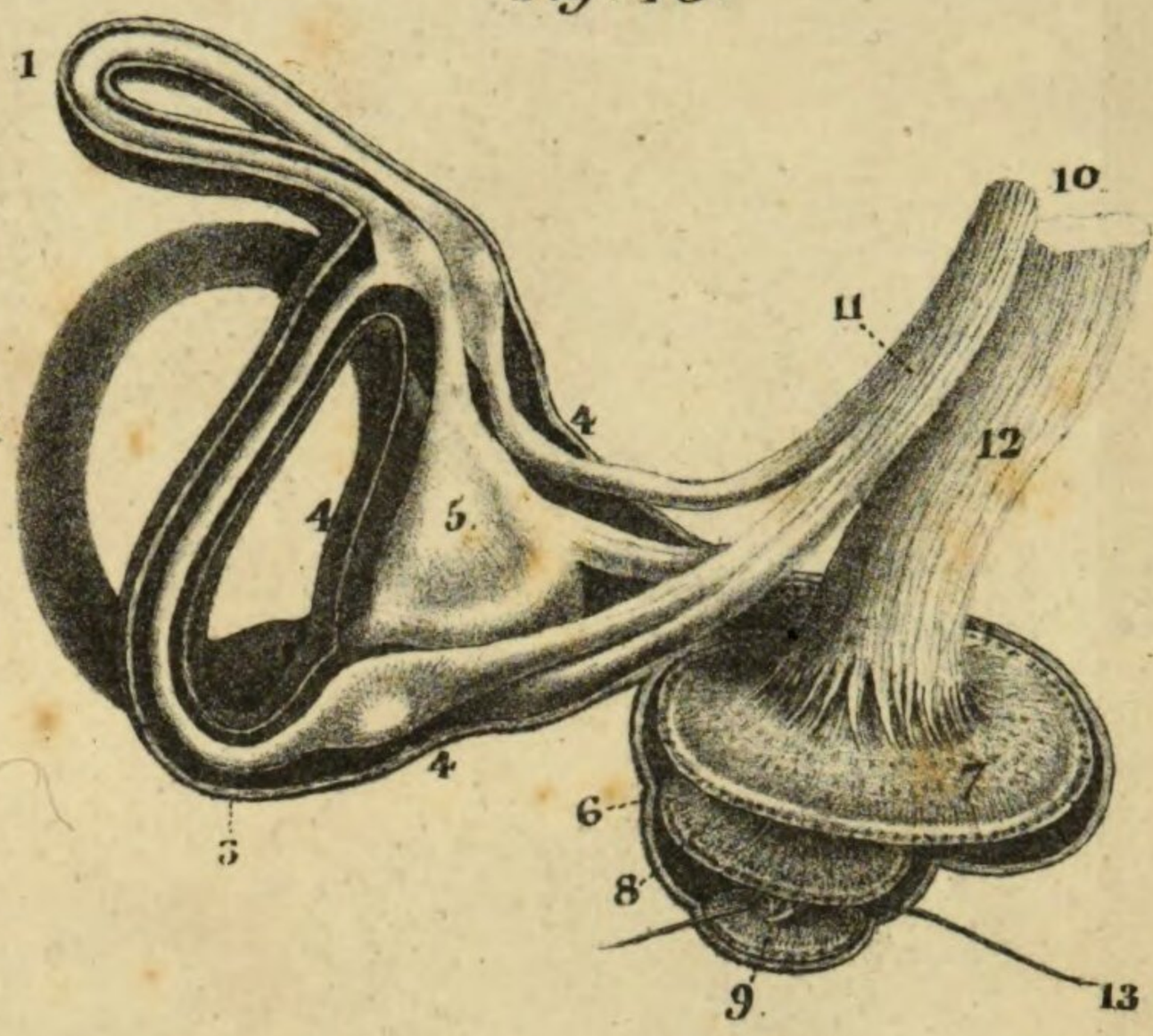


10.

Fig. 11.

Lith. v. C. Pelzsch & Co.

Fig. 16.



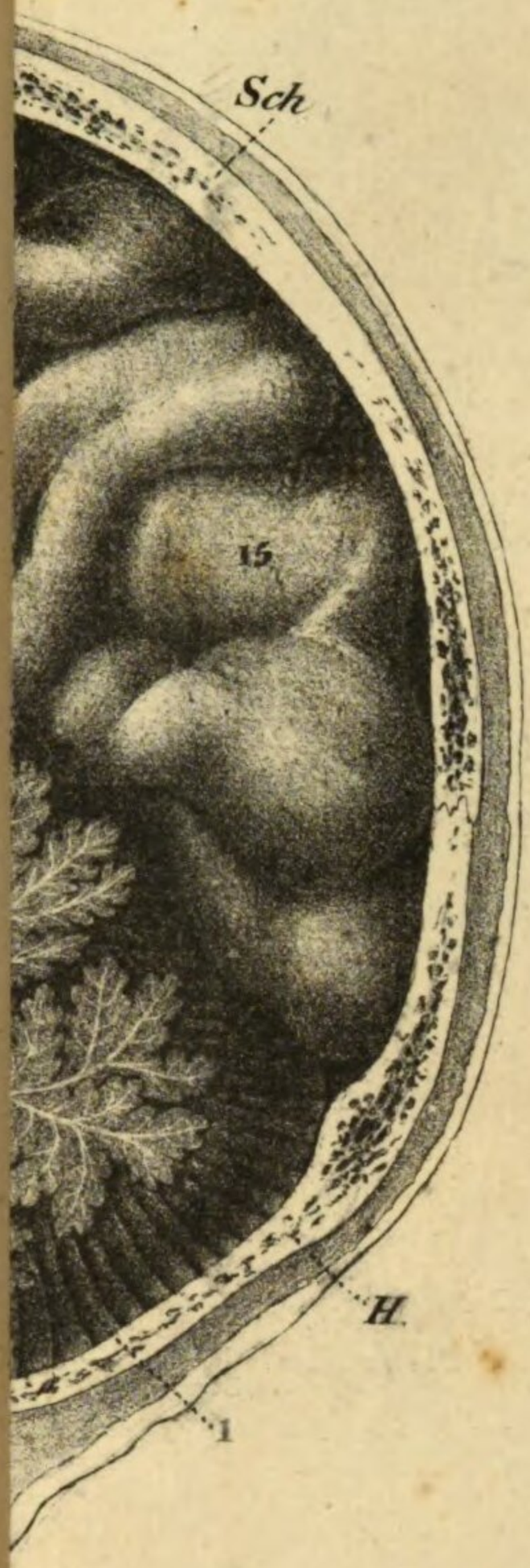
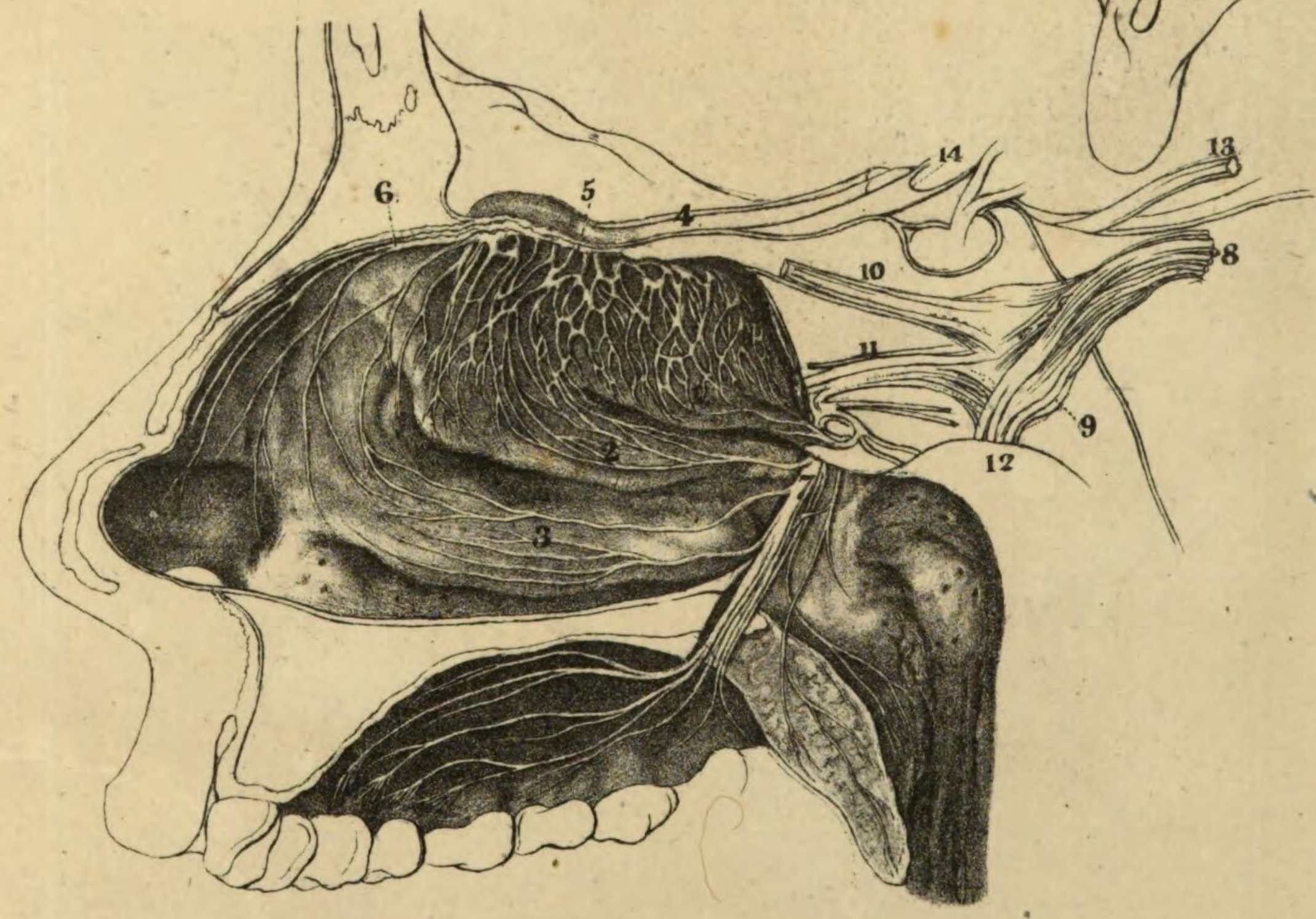


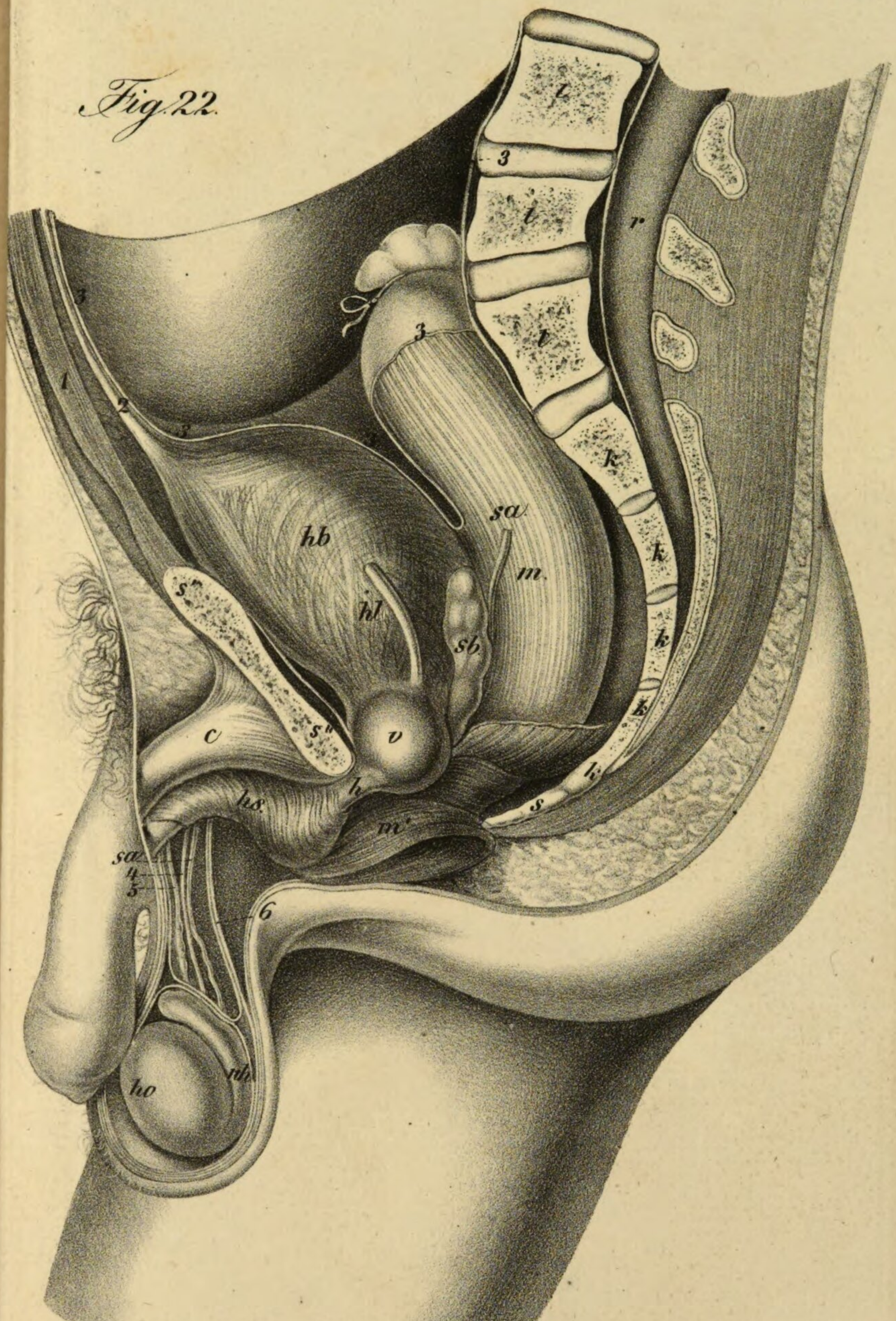
Fig. 15.

Fig. 17.



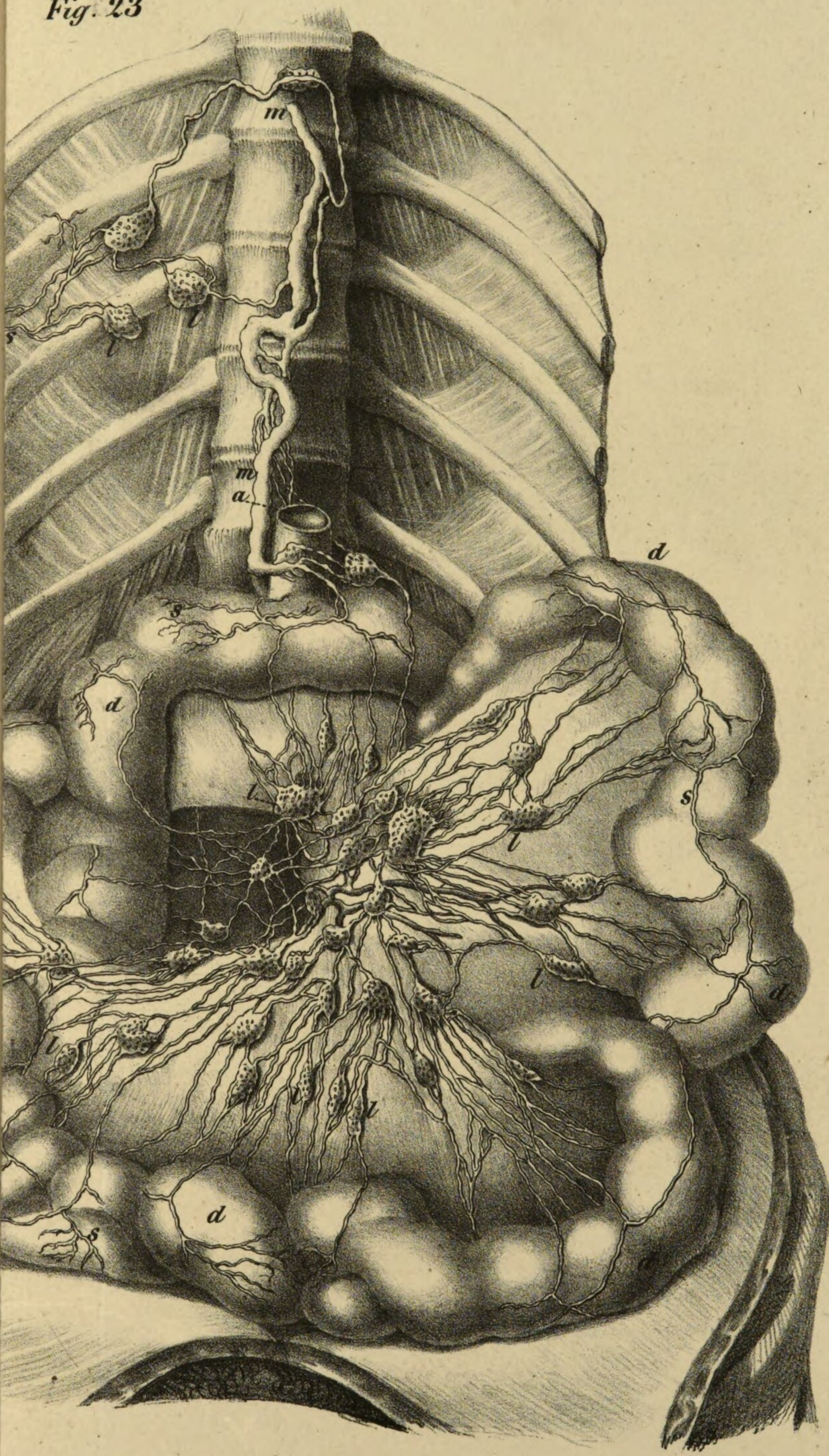
Stdr. v. Fr. Krätzschmer in Leipzig.

Fig. 22.



lith. v. C. Patzschcke.

Fig. 23



Lith. bei Fr. Krätzschmer, *Leipzig*.

Fig. 29.

Fig. 28.

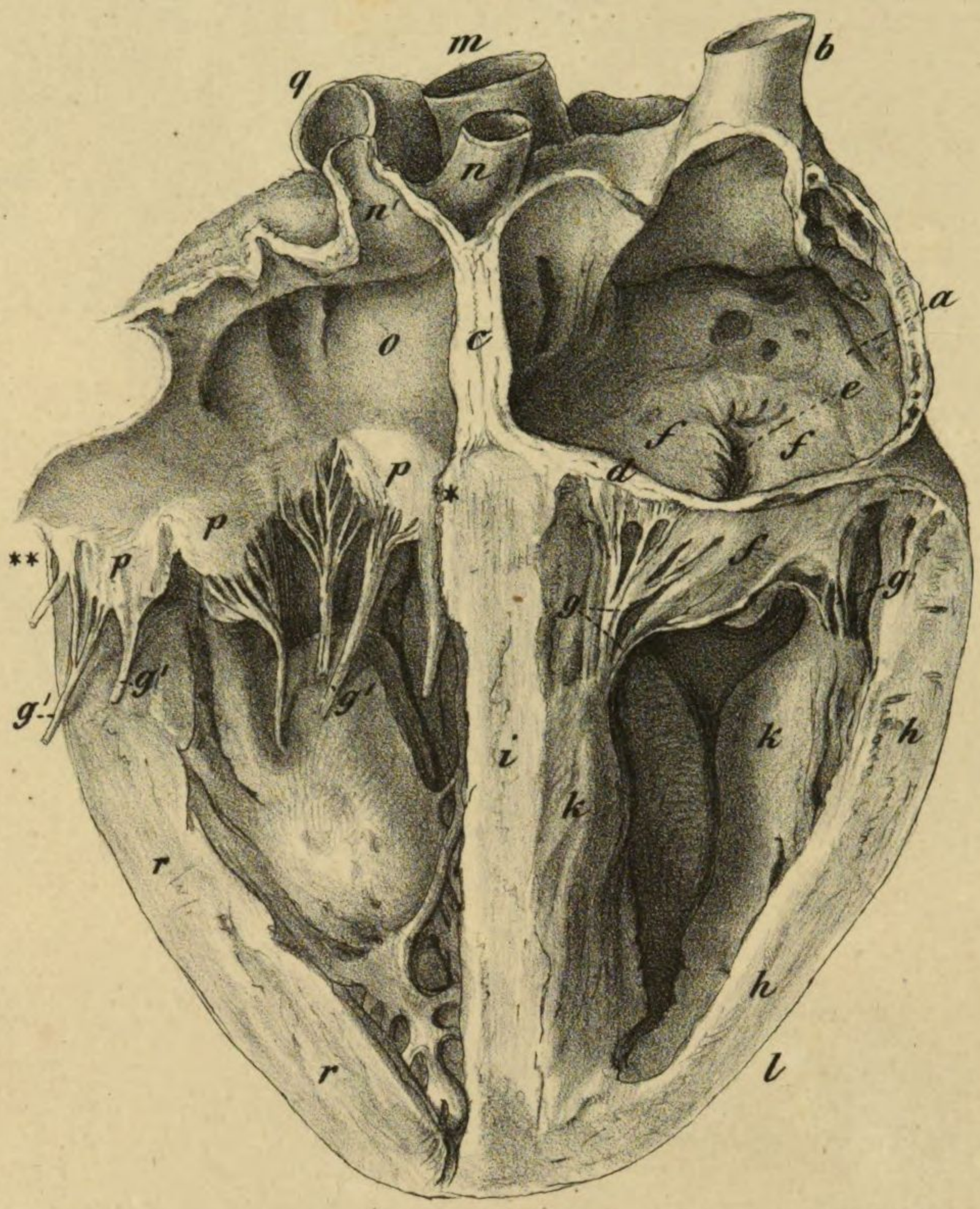
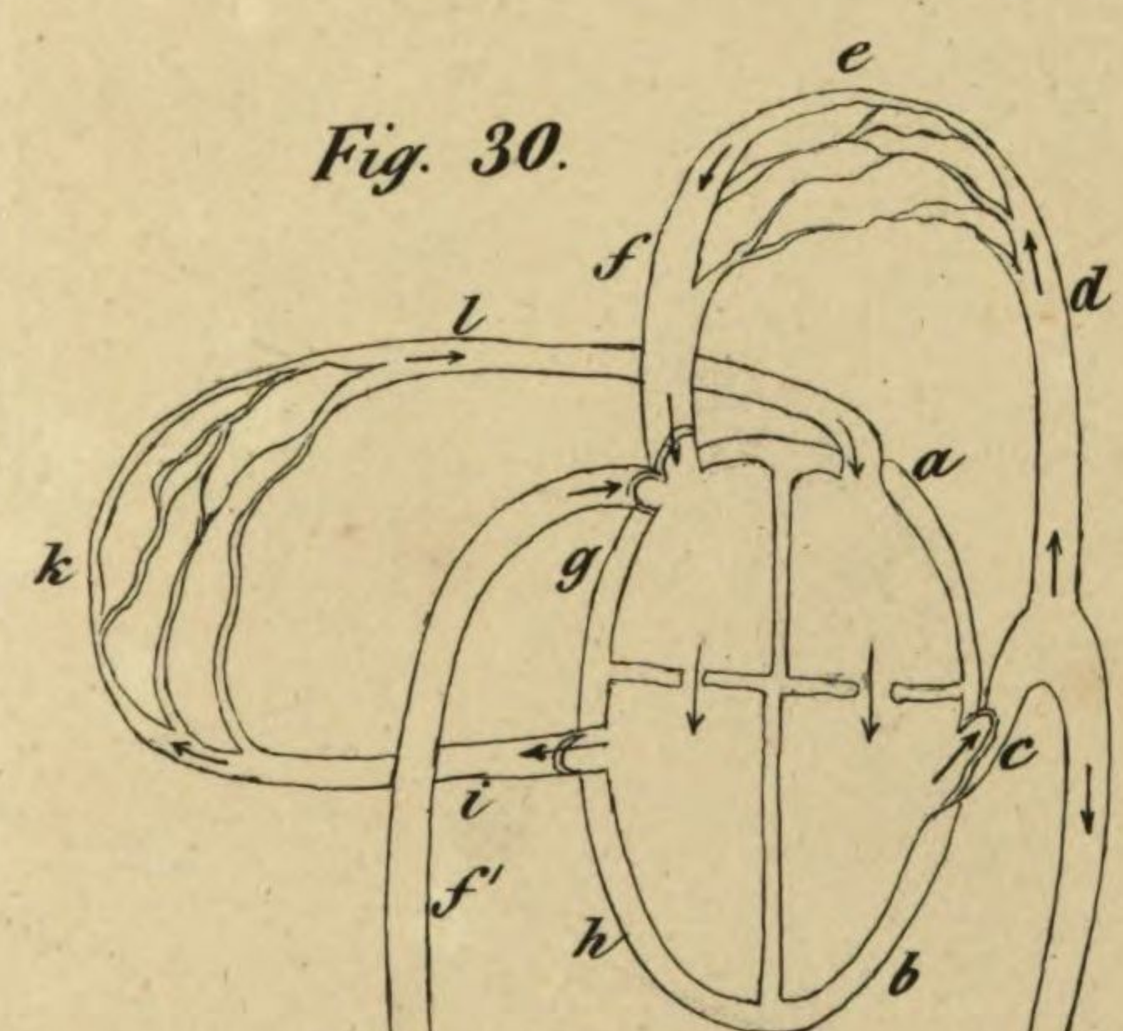


Fig. 30.



Lith. bei Fr. Krätzschmer, Leipzig.

Fig. 36.

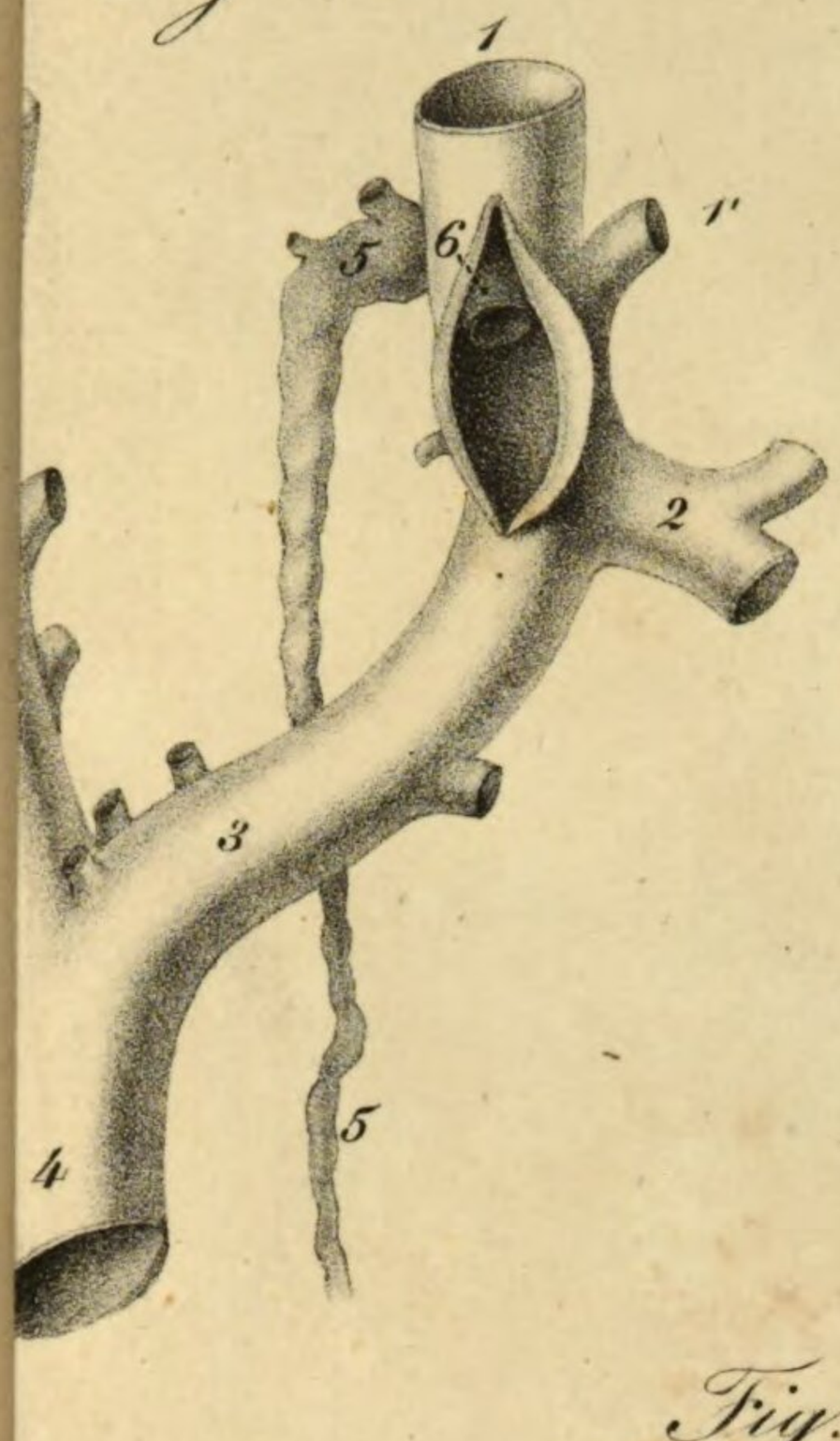


Fig. 34.

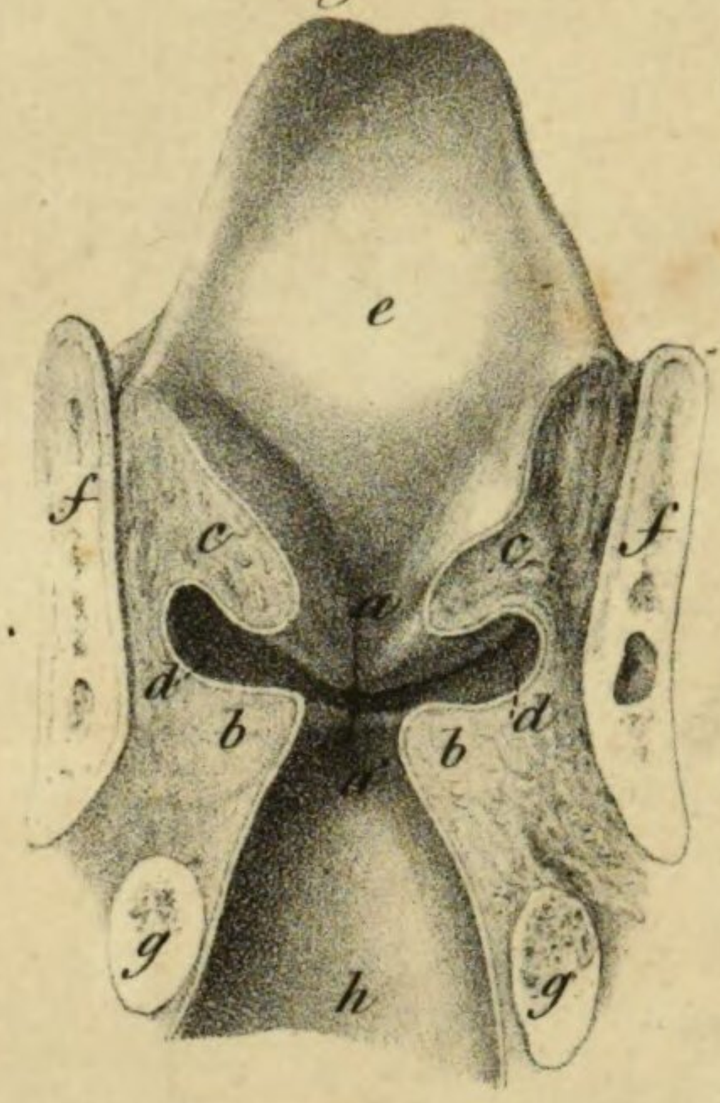


Fig. 35.

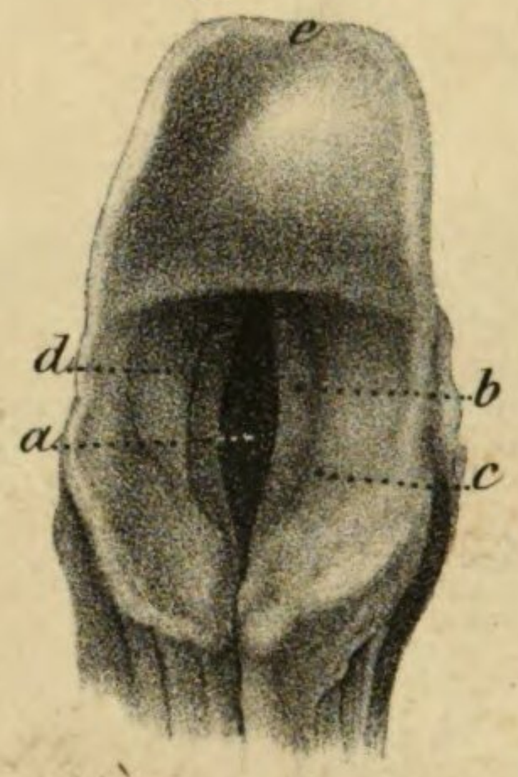


Fig. 37.

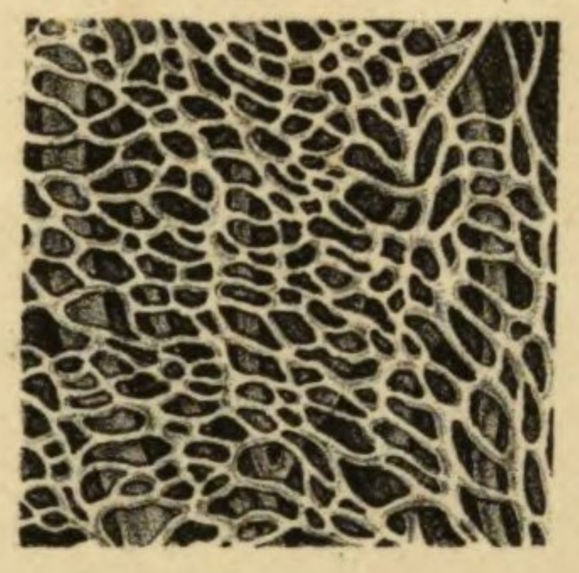
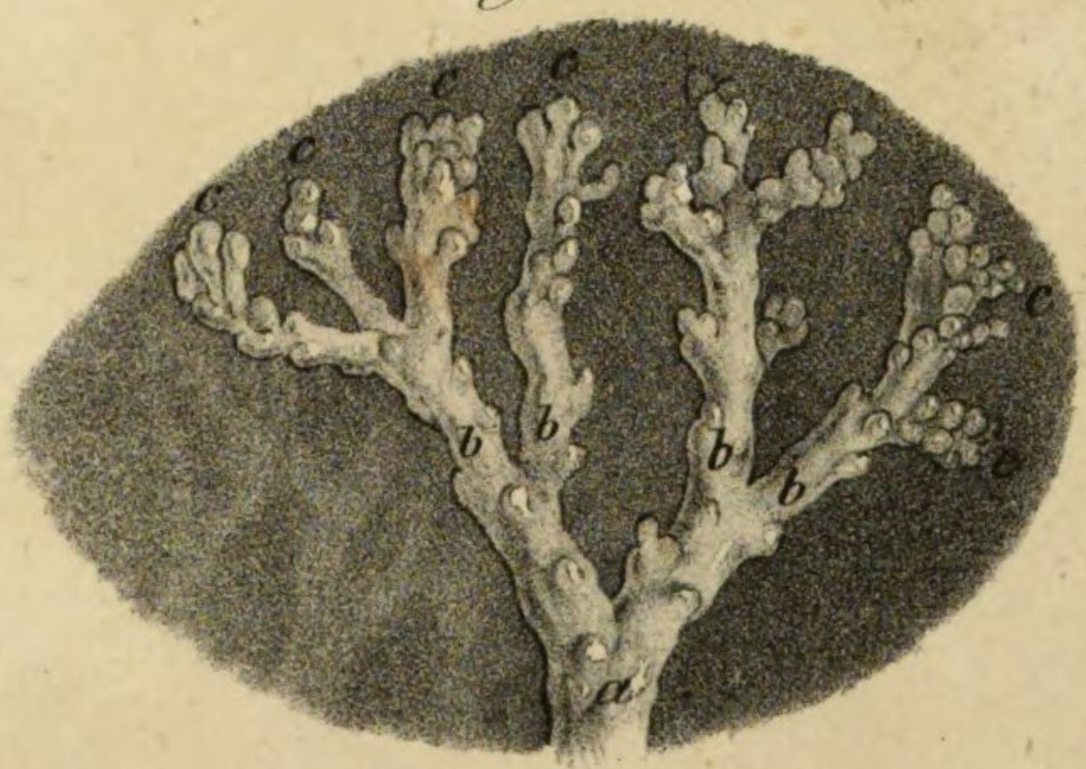


Fig. 38.



Steindr. v. A. Rauscel, Leipzig.

Fig. 41.

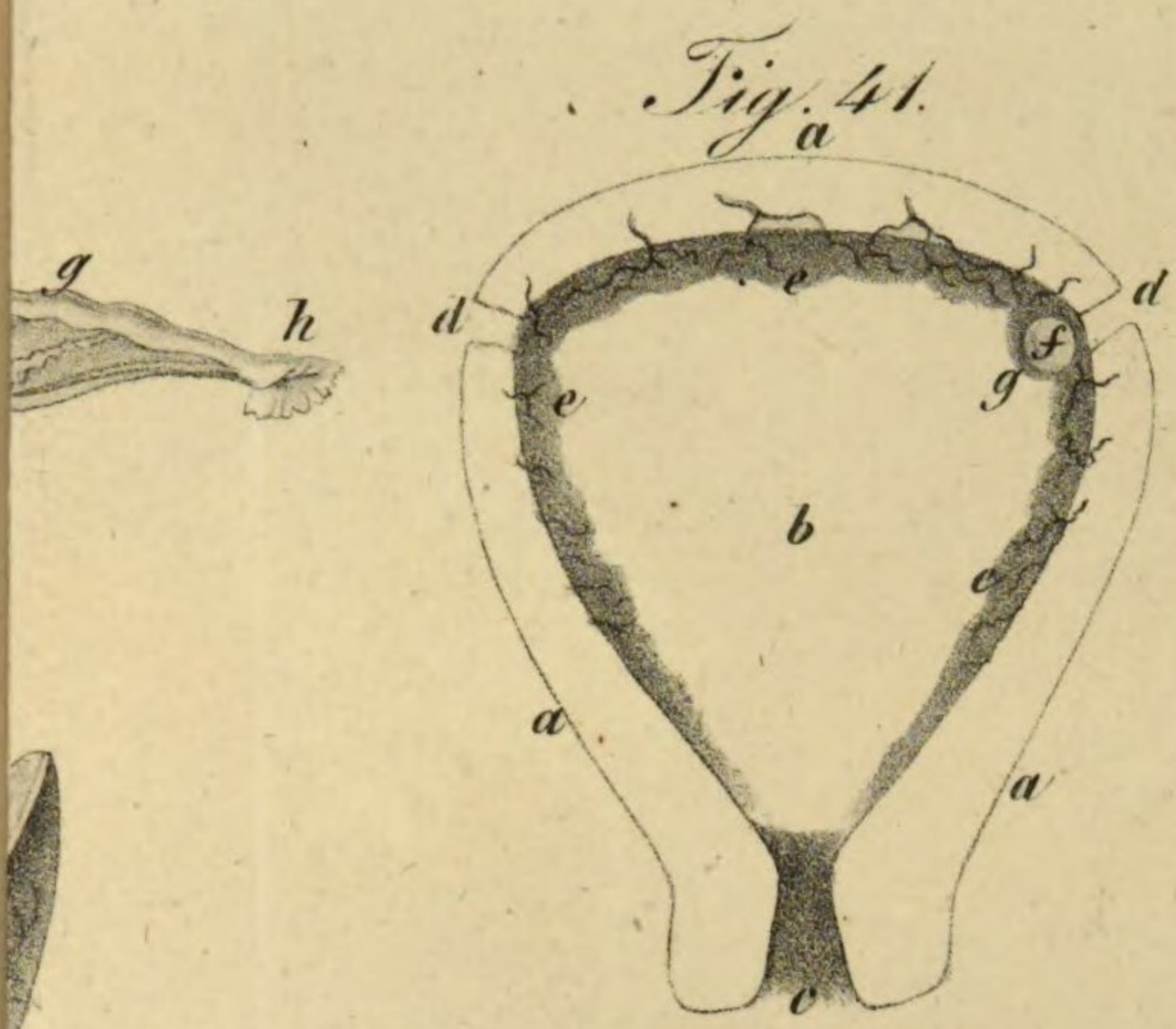


Fig. 42.

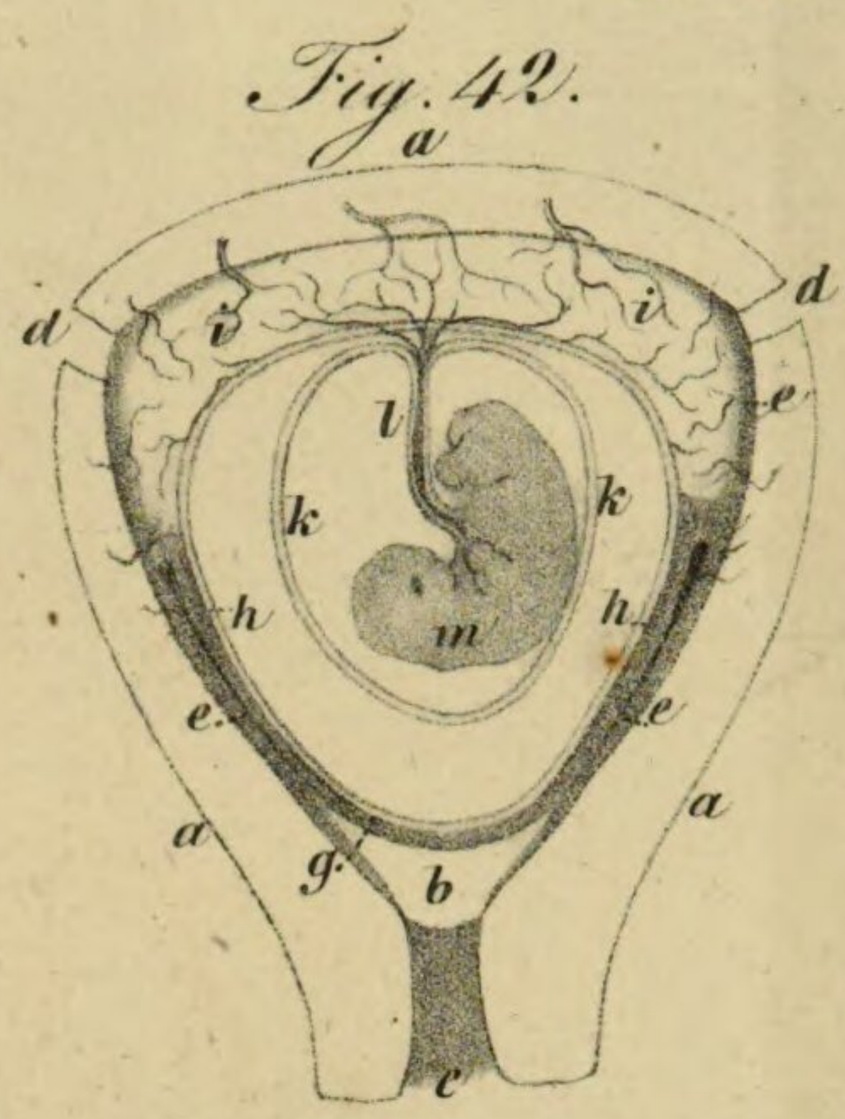


Fig. 43.

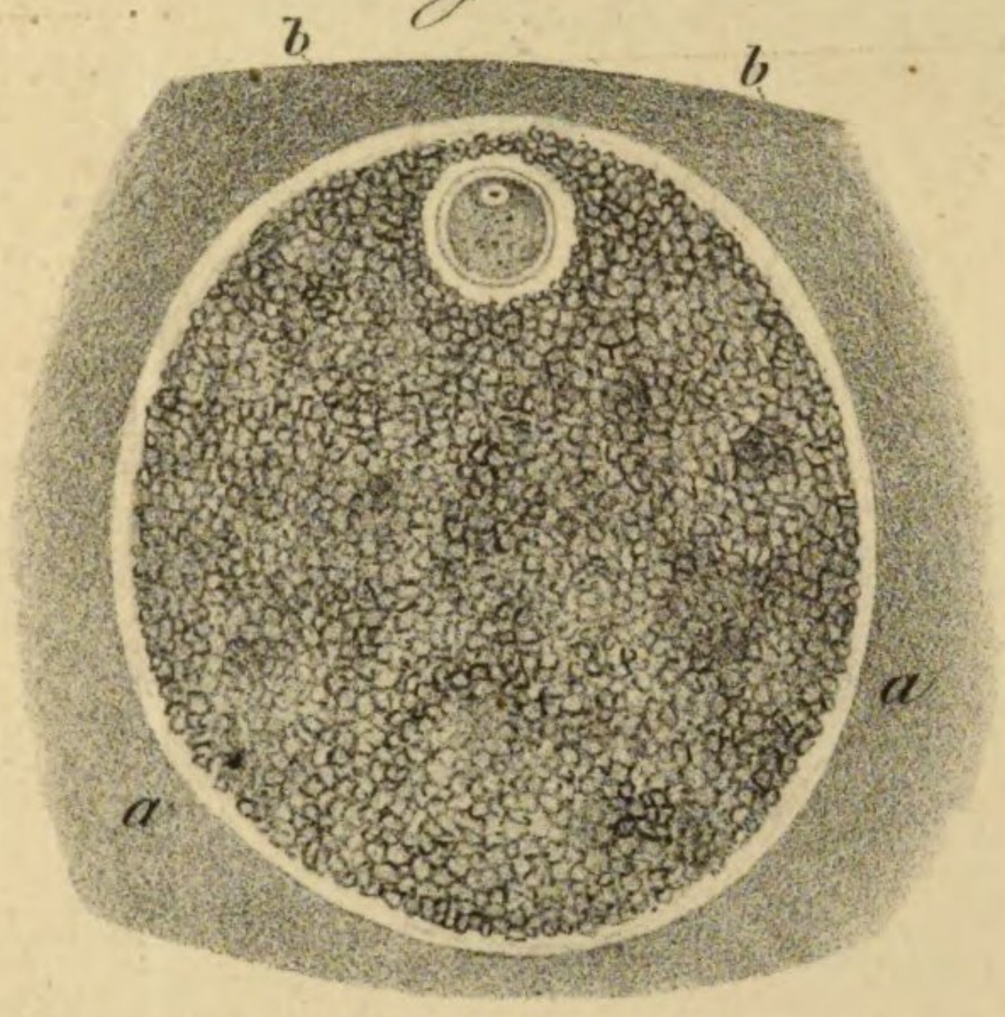


Fig. 44.

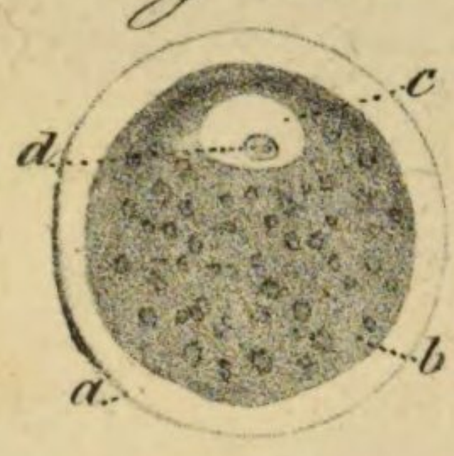


Fig. 45.

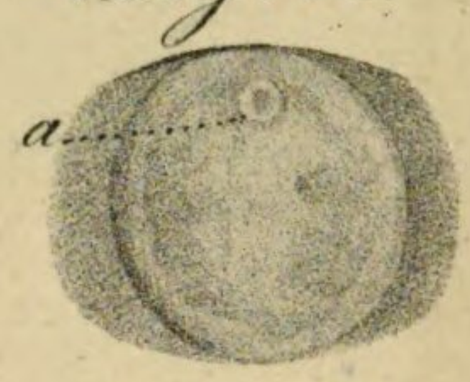
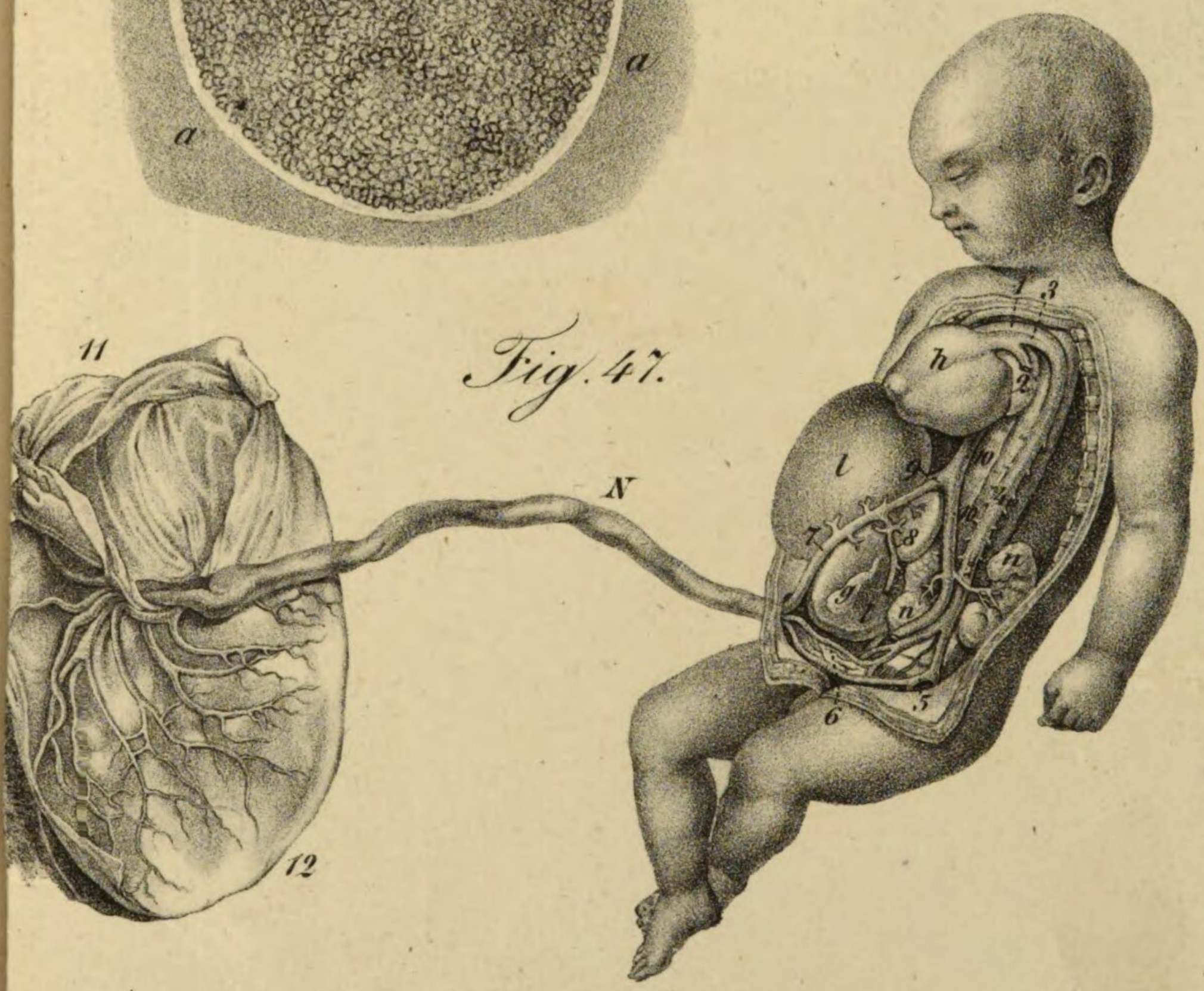


Fig. 47.



Steindr. v. A. Kreisel.

Obermeier
Bucheinbände nach RAL-RG 495
Neufahrnerstr. 8 - Tel. 08781/530
8303 Rottenburg/L.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Volkmann, Alfred Wilhelm,

Die Lehre von den leiblichen Leben des Menschen ein psysiologisch-anatomisches Handbuch

Leipzig 1837

Anat. 457 t
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369688-2